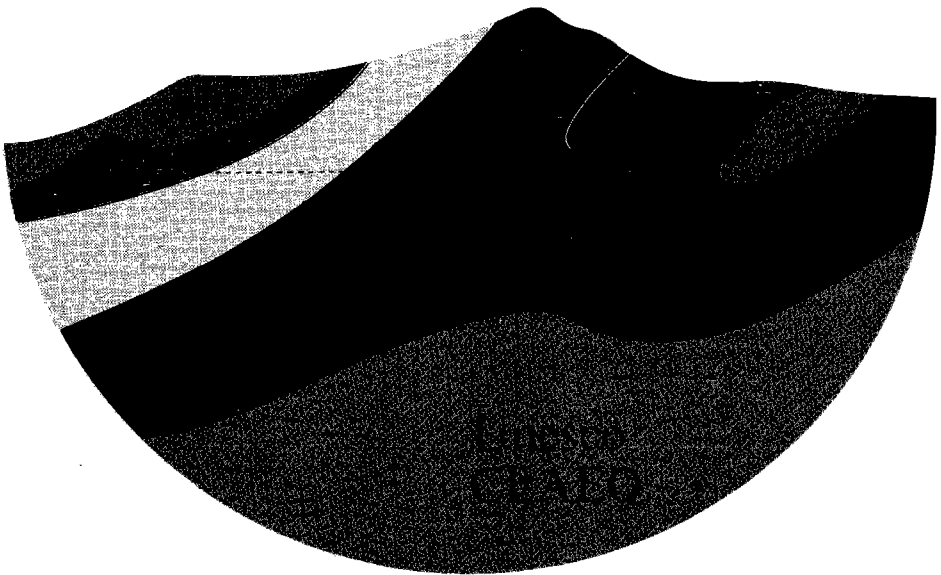


# Carte géologique de l'Asie et de l'Extrême-Orient

1/5 000 000

Deuxième édition

*Notice explicative*





Dans cette collection :

1. The seismicity of the earth, 1953-1965/La sismicité du globe. 1953-1965  
by/par J. P. Rothé
2. Gondwana stratigraphy. IUGS Symposium, Buenos Aires. 1-15 October 1967/La estratigrafía del Gondwana. Coloquio de la UICG, Buenos Aires, 1-15 de octubre de 1967
3. Mineral map of Africa. Explanatory note/Carte minérale de l'Afrique. Notice explicative. 1/10 000 000
4. Carte tectonique internationale de l'Afrique. Notice explicative/International tectonic map of Africa. Explanatory note. 1/5 000 000
5. Méthodes d'observation et de prospection géomagnétiques, par K. A. Wienert
5. Notes on geomagnetic observatory and survey practice, by K. A. Wienert
6. Tectonique de l'Afrique/Tectonics of Africa
7. Geology of saline deposits. Proceedings of the Hanover Symposium, 15-21 May 1968. Edited by G. Richter-Bernburg/Géologie des dépôts salins. Actes du colloque de Hanovre, 15-21 mai 1968. Texte mis au point par G. Richter-Bernburg
8. The surveillance and prediction of volcanic activity. A review of methods and techniques
- \*9. Genesis of Precambrian iron and manganese deposits. Proceedings of the Kiev Symposium, 20-25 August 1970/Genèse des formations précambriennes de fer et de manganèse. Actes du colloque de Kiev, 20-25 août 1970
10. Cartes géologique internationale de l'Europe et des régions riveraines de la Méditerranée. Notice explicative/International geological map of Europe and the Mediterranean region. Explanatory note. 1/5 000 000  
[Edition multilingue : français, anglais, allemand, espagnol, italien, russe]
11. Carte géologique de l'Asie et de l'Extrême-Orient. 1/5 000 000. Deuxième édition. Notice explicative
11. Geological map of Asia and the Far East. 1/5 000 000. Second edition. Explanatory note
- \*12. Geothermal energy. Review of research. Edited by H. Christopher Armstead

\* A paraître

# Carte géologique de l'Asie et de l'Extrême-Orient

Deuxième édition

1/5 000 000

*Notice explicative*

Unesco

Commission économique  
des Nations Unies pour l'Asie  
et l'Extrême-Orient

Publié en 1972  
par l'Organisation des Nations Unies pour  
l'éducation, la science et la culture,  
place de Fontenoy, 75700 Paris  
et la Commission économique  
des Nations Unies  
pour l'Asie et l'Extrême-Orient,  
Bangkok

Imprimerie Louis-Jean, 05 Gap

ISBN 92-3-299999-4.



© Nations Unies 1971

Les désignations employées  
et la présentation adoptée ici  
ne sauraient être interprétées comme exprimant  
une prise de position des secrétariats de l'Unesco  
et de la CEAEU sur le statut juridique  
ou le régime d'un pays ou territoire,  
non plus que sur le tracé de ses frontières.

# Préface

Cette seconde édition de la *Carte géologique de l'Asie et de l'Extrême-Orient au 1/5 000 000* a été établie sous les auspices de la Commission économique des Nations Unies pour l'Asie et l'Extrême-Orient (CEAEO), en consultation avec la Commission de la Carte géologique du monde et avec l'Unesco.

Depuis la publication de la première édition, en 1961, un gros travail systématique de cartographie géologique a été effectué dans la plupart des pays de la région et de nouvelles cartes nationales ont été établies. A la sixième session du groupe de travail de géologues principaux de la CEAEO, qui s'est tenue à Bangkok en 1966, il a été décidé de publier une seconde édition révisée et d'accepter la proposition du directeur général du Geological Survey of India d'assurer la coordination de ce travail de révision.

A sa septième session (Téhéran, 1968), le groupe de travail a recommandé que l'Unesco participe à la publication et à la diffusion de la carte et de sa notice explicative.

Aucune carte géologique ne peut être considérée comme parfaite ni définitive, car les connaissances géologiques s'enrichissent constamment. La présente édition représente donc une nouvelle étape du développement de ces connaissances concernant la région, connaissances qui ne manqueront pas de s'étoffer et de se préciser au cours des années à venir. La carte a été dressée d'après des renseignements dont les plus récents remontent à 1969 et qui proviennent principalement de cartes géologiques et autres données fournies par les organismes compétents des gouvernements des pays appartenant à la région de la CEAEO.

Ceux qui ont pris part à l'élaboration et à l'établissement de la carte, ainsi que les secrétariats de la CEAEO et de l'Unesco tiennent à exprimer leurs remerciements :

Aux gouvernements des pays de la région de la CEAEO pour leur précieuse collaboration ;

Au gouvernement indien, qui a fourni les installations du Geological Survey of India et les services de son personnel ;

Aux services géologiques nationaux de tous les pays de la région de la CEAE0 qui ont fourni les éléments nécessaires ;

A la Commission de la Carte géologique du monde pour son aide et son concours.

Le projet définitif de la carte a été mis au point au Geological Survey of India (Calcutta), sous l'autorité du directeur général, et la carte a été imprimée à Tokyo, sous la direction du Service géologique du Japon. La notice explicative a été préparée par le Geological Survey of India en coopération avec le secrétariat de la CEAE0 (Section des ressources minérales) et l'Unité scientifique et technique commune CEAE0/Unesco.

Comme chacun sait, la région désignée sous le vocable "Asie et Extrême-Orient" est une région extrêmement complexe du point de vue géologique et tectonique. La nouvelle carte devrait donc présenter une importance toute particulière, non seulement pour les savants, les spécialistes et les milieux universitaires, mais aussi pour quiconque s'occupe de la mise en valeur des ressources minérales d'Asie ou s'y intéresse.

# Table des matières

Avant-propos . . . . .	9
1. Introduction . . . . .	11
But et validité . . . . .	11
Terminologie stratigraphique . . . . .	11
Représentation de l'information géologique sur la carte . . . . .	12
2. Résumé de stratigraphie générale . . . . .	14
Précambrien . . . . .	14
Précambrien-Paléozoïque . . . . .	17
Paléozoïque . . . . .	18
Paléozoïque-Mésozoïque . . . . .	35
Mésozoïque . . . . .	37
Mésozoïque-Tertiaire . . . . .	51
Tertiaire . . . . .	52
Tertiaire-Quaternaire (Cénozoïque) . . . . .	60
Quaternaire . . . . .	62
3. Roches intrusives . . . . .	66
Précambrien . . . . .	66
Précambrien-Paléozoïque . . . . .	67
Paléozoïque . . . . .	68
Mésozoïque . . . . .	70
Pré-Tertiaire . . . . .	71
Crétacé-Tertiaire . . . . .	72
Tertiaire . . . . .	72
Roches non datées ou non différenciées . . . . .	73



# Avant-propos

A la réunion du groupe de travail des géologues de la CEAE0, qui s'est tenue à Bangkok au mois d'août 1966, le Geological Survey of India a accepté de continuer à assurer la coordination pour la préparation de la deuxième édition (révisée) de la *Carte géologique de l'Asie et de l'Extrême-Orient au 1/5 000 000*, de la CEAE0. Pour faciliter la révision, le groupe de travail a demandé à la CEAE0 d'inviter les organisations appropriées de tous les pays membres de la région à envoyer au secrétariat leurs cartes géologiques les plus récentes pour transmission au coordonnateur.

A la fin du mois de mars 1968, le directeur général du Geological Survey of India avait reçu les cartes les plus récentes publiées par onze pays membres. Une minute de la carte a alors été préparée qui tenait compte de tous les changements indiqués par ces cartes depuis la première édition et dont le fond topographique était celui de la première édition de la *Carte de la distribution des minéraux de l'Asie et de l'Extrême-Orient*. Elle fut présentée à la septième réunion du groupe de travail des géologues qui s'est tenue à Téhéran en juillet 1968.

Des reproductions des parties de la minute couvrant chaque pays intéressé furent alors envoyées pour examen par le coordonnateur aux services intéressés de ces pays par l'intermédiaire du secrétariat de la CEAE0. Sur proposition du coordonnateur, les pays membres furent aussi invités à fournir les renseignements suivants en vue de leur incorporation dans la carte révisée : a) éléments permettant de distinguer les faciès continentaux et marins des roches sédimentaires ; b) données géologiques sous-marines ; c) critères de distinction entre les différents types de roches métamorphiques ; d) tendances générales de foliation des roches métamorphiques. Comme ces renseignements ne furent fournis que par un très petit nombre de pays, il fut décidé, en consultation avec le secrétariat de la CEAE0, de publier la carte régionale révisée sans l'addition de ces détails, à l'exception des tendances de foliation en Inde et à Ceylan.

Sur la proposition du secrétariat de la CEAE0, les lacunes de la carte dans le Népal furent comblées en utilisant les éléments de la *Carte géologique des Himalayas* de A. Gansser ; la minute fut ensuite approuvée par les autorités compétentes du Népal, qui demandèrent que l'on fasse certaines corrections.

Après examen par les services géologiques, les parties de la carte couvrant la Chine (Taïwan), les Philippines, la Malaisie, le Pakistan et l'Iran furent renvoyées au coordonnateur, avec des corrections. Les cartes géologiques les plus récentes d'Afghanistan (imprimées en 1969), de Thaïlande (non publiées), de la République populaire de Chine et de la République populaire de Mongolie ont été transmises par le secrétariat de la CEAE0 au cours du deuxième trimestre de 1968 et au début de 1969. A la réception de ces cartes, il s'avéra que des changements très importants étaient nécessaires, entraînant une refec-tion de la minute et, en consultation avec le personnel professionnel du secrétariat de la CEAE0, la légende fut modifiée en octobre 1969 ; la préparation de la minute définitive fut terminée vers la fin du mois de décembre 1969.

Dans la carte révisée, les recommandations de la Commission de la Carte géologique du monde relatives aux légendes des cartes géologiques ont été suivies dans toute la mesure du possible. En conséquence, les roches pré-cambriennes sont maintenant subdivisées en trois groupes (A, B et C) au lieu de Archéen, Précambrien inférieur et Précambrien supérieur et l'on a assigné aux trapps du Deccan un signe conventionnel et une couleur distincts. Les courbes bathymétriques ont également été révisées et elles ont été tirées de la carte de base de la portion asiatique de l'*Atlas géologique du monde au 1/10 000 000*. Certains détails géographiques ont été corrigés ; d'autres ont été ajoutés sur le fond de carte.

Le coordonnateur saisit cette occasion pour exprimer ses sincères remer-ciements aux organisations concernées des pays membres - ainsi qu'au secré-tariat de la CEAE0 - pour leur coopération et pour l'aide qu'ils lui ont apportée dans la préparation de l'édition révisée de la carte régionale. Il exprime sa reconnaissance à MM. D.V. Ramanamurthy et S.K. Roy, géologues du Geologi-cal Survey of India, à M. Y.B. Kazmin, du secrétariat de la CEAE0, et au Dr D.J.C. Laming, de l'Unesco, pour l'aide qu'ils lui ont prêtée pour la préparation et la vérification de la carte. Il remercie Mlle F. Delany, secrétaire général de la Commission de la Carte géologique du monde, pour le fond de carte de la partie asiatique de l'*Atlas géologique du monde* d'où ont été tirées les courbes bathymétriques de la présente édition.

M.S. Balasundaram, coordonnateur,  
directeur général du Geological Survey of India

# 1. Introduction

## But et validité

Cette "Notice" a pour objet d'expliquer la représentation sur la carte, de la géologie de l'Asie et de l'Extrême-Orient et de donner certaines informations géologiques qu'on n'a pu y faire figurer. D'une façon générale, les détails géologiques ont été représentés géographiquement (en général de l'ouest vers l'est) pour chaque subdivision stratigraphique ou pour les roches ignées. Le lecteur averti ne manquera pas d'observer l'influence sur ces descriptions, d'informations provenant de nombreux services nationaux qui ont chacun leurs méthodes propres de description et de présentation.

Ni la carte ni la "Notice" n'ont la prétention de donner une présentation faisant autorité de la géologie de la région ; cela dépasserait les moyens des rédacteurs : *l'information présentée n'est exacte que dans la mesure où les sources ont permis de le faire.* De plus, dans la majorité des cas, l'information reflète nos connaissances en 1969 et il est fort possible que certains détails ne soient périmés à la date de publication. Néanmoins, il est manifeste que ces réserves sont largement contrebalancées par la valeur de cette publication où tant de renseignements géologiques sont rassemblés et coordonnés. Il est recommandé aux usagers qui voudraient avoir confirmation de certains points de détail de la géologie de la carte de s'adresser au service ou au bureau géologique du pays ou des pays concernés.

## Terminologie stratigraphique

La plupart des services géologiques nationaux sont en train de modifier leur terminologie stratigraphique pour la mettre en conformité avec les codes nationaux ou internationaux de nomenclature stratigraphique, qui se rapprochent en général des recommandations de 1961 de la Commission américaine de nomenclature stratigraphique. Mais il s'agit là d'une œuvre considérable qui exigera de très longs délais. Aussi pour la présente carte a-t-on utilisé la terminologie en usage (à quelques exceptions près) qu'elle se conforme ou non aux codes modernes.

L'emploi des majuscules pour les termes conventionnels a toutefois été normalisé : ainsi, tous les termes stratigraphiques sont écrits en capitales dans les textes et dans la légende, qu'ils soient en accord avec les codes modernes ou

qu'ils suivent un usage plus ancien. On doit observer que l'ancien usage autorisait les termes "système", et "séries" et "couches" auxquels on préfère maintenant les termes de "supergroupe", "groupe" et "formation". Cependant, ces termes n'ont pas été changés pour se conformer à l'usage moderne, car il appartient aux géologues des régions concernées de le faire.

### Représentation de l'information géologique sur la carte

Aussi bien sur la carte que dans la "Notice", les formations sont identifiées d'abord par leur âge, les indications lithologiques n'étant données que pour les roches ignées. Les systèmes géologiques sont représentés par des couleurs et par des lettres codes comme l'indique la légende de la feuille III. Les formations qui chevauchent plusieurs systèmes ont des teintes distinctes et des lettres codes composées. La légende mentionne les formations les plus importantes comprises dans chaque subdivision ainsi que les pays où on les rencontre le plus fréquemment ; des informations plus complètes à cet égard sont données dans cette "Notice" qui contient une description de la lithologie des unités stratigraphiques, ainsi qu'une liste des fossiles caractéristiques là où c'est possible.

Les couleurs sélectionnées pour représenter les différentes unités stratigraphiques ont été choisies conformément à la charte internationale de couleur proposée par la Commission de la Carte géologique du monde à sa réunion de Paris en avril 1968. Les roches précambriennes sont représentées par différentes teintes de pourpre, les roches cambriennes ordoviciennes et siluriennes par différentes teintes de vert, les roches dévoniennes en brun, les roches carbonifères en gris, les roches permienes en vert-jaune léger, les roches triasiques en mauve, les roches jurassiques en bleu de prusse, les roches crétacées en vert-jaune, les roches tertiaires en jaune et les roches quaternaires en gris jaunâtre. Les unités stratigraphiques qui chevauchent deux systèmes sont représentées par la couleur du système inférieur agrémentée d'un caractère bien apparent dans une couleur apparentée à celle du système supérieur.

Pour les roches ignées, les âges des intrusions acides et intermédiaires sont indiqués par des teintes variées d'orange et de rouge, auxquelles s'ajoutent, dans certains cas, des indications numériques allant de 1 à 7 (du Précambrien au Tertiaire). Les roches intrusives basiques et ultrabasiques sont toujours représentées en vert-jaune, l'âge n'étant indiqué que par des indications numériques placées après les symboles qui désignent le type de roche. Dans le cas des roches volcaniques, les formations quaternaires et cénozoïques sont représentées par des nuances distinctes de rouge, le pourpre et le brun indiquant l'âge et la classe pétrographique. Cependant, toutes les autres roches volcaniques, à l'exception des trapps, sont indiquées par une surcharge noire apposée sur la couleur attribuée aux roches sédimentaires du même âge, le modèle de la surcharge indiquant la classe pétrographique.

Du point de vue pétrographique, les roches ignées intrusives ont été groupées en roches acides et basiques. Les syénites, porphyres, porphyrites et la plupart des diorites sont classées avec les granites et les granodiorites dans le groupe acide ; le groupe basique comprend les gabbros, dolérites et certaines diorites et toutes les roches ultrabasiques. Les types de roche sont indiqués par des lettres grecques :  $\gamma$  pour les granites et les granodiorites,  $\delta$  pour les diorites

et les syénites,  $\delta\beta$  pour les gabbros et les roches associées, et  $\pi$  pour les péridotites et les autres roches ultrabasiques. Les trapps du Deccan ont été indiqués séparément des roches intrusives et volcaniques, sur la proposition de la Commission de la Carte géologique du monde et ils sont marqués du signe  $\tau$ .

Les roches volcaniques sont également différenciées au point de vue pétrographique : le groupe acide ( $\rho$ ) comprend les kératophyres, rhyolites, dacites et quelques andésites ; le groupe basique ( $\beta$ ) comprend les basaltes et la plupart des andésites. Les roches volcaniques non classées portent le symbole ( $\mu$ ).

Les roches de composition variée et d'âge incertain ont été comprises sous la désignation "Roches ignées non classées" ( $i$ ).

Les roches métamorphiques sont différenciées, là où les renseignements le permettent, par des lignes rouges interrompues qui indiquent les tendances générales de foliation.

Là où l'on dispose de renseignements suffisants, les dépôts éoliens quaternaires (y compris les régions de dunes de sable) ont été indiqués par des points noirs. Par ailleurs aucune distinction n'a été faite entre les dépôts marins ou non marins de tous âges.

## 2. Résumé de stratigraphie générale

### PRECAMBRIEN

Nonobstant leur vaste distribution, une corrélation précise des formations précambriennes en Asie n'est pas possible, car elles sont classées de façon différente dans les divers pays de la région de la CEAE0. Sur la carte elles sont divisées en trois groupes d'après leur position stratigraphique descendante : Précambrien A, Précambrien B et Précambrien C. D'une façon générale les Précambriens A et B comprennent les roches protérozoïques et le Précambrien C celles de l'époque archéenne.

#### Précambrien C

Les roches les plus anciennes du socle, qui sont en général très fortement métamorphisées et déformées, et intensément granitisées, sont comprises dans cette subdivision. On les rattache en général aux roches archéennes, ou simplement à des roches cristallines du socle connues par des noms locaux. Les types de roche sont variés : orthogneiss, paragneiss, schistes cristallins, amphibolites, quartzites et marbres, avec de grandes masses de gneiss granitisé et de granite.

En Iran, le Précambrien C comprend le complexe du socle constitué essentiellement de gneiss, schistes variés, phyllites, quartzites et marbres avec des intrusions locales de granite, les roches peu ou non métamorphisées de la formation de Kohar, les séries de Morad et d'autres unités comprenant surtout des ardoises vertes, grès et quelques roches volcaniques vertes. Leur situation stratigraphique au-dessous du Cambrien inférieur conduit à leur attribuer un âge précambrien.

En Afghanistan, les roches les plus anciennes du socle sont des gneiss, quartzites, schistes verts, micaschistes et marbres. En Inde, au Népal et en Birmanie, les roches cristallines archéennes et les roches cristallines non classées comprennent surtout différents types de gneiss, schistes cristallins et granites. On attribue l'âge archéen aux gneiss de Kadugannadwa, aux gneiss biotites de Ceylan et aux systèmes de schistes cristallins de Corée. Les roches métamorphiques associées au Précambrien C au Laos et au Viêt-nam sont les schistes cristallins et les gneiss du complexe du socle qui affleure dans des massifs précambriens dispersés.

En Chine, l'Archéen est représenté par des gneiss, gneiss granitisés, schistes cristallins et quelques marbres, qu'on trouve dans différentes régions telles que le complexe de T'ai-chan, les séries de Sangkan et de Leao-tong, les gneiss de Meijentou, les schistes de Kunglin, etc. Le système de Wou-t'ai est inclus dans cette classification ; il comprend des roches métamorphiques dont on reconnaît facilement l'origine sédimentaire et volcanique, avec de fréquentes intrusions de masses ignées. Ce sont surtout des schistes cristallins, quartzites à magnétite, micaschistes, schistes verts et quelques marbres. Bien qu'en Chine nombreux soient les géologues qui rattachent le système de Wou-t'ai à l'Archéen, d'autres pensent qu'il est plus jeune que les séries de T'ai-chan et de Sangkan, et date sans doute du Protérozoïque. Dans la partie inférieure du système de Wou-t'ai, dans le Ngan-chan, une datation récente par la méthode Pb/U/Th d'orthite provenant de migmatites a donné 2 560 millions d'années et une détermination par la méthode K/Ar de muscovite provenant de schistes cristallins a donné 2 270 millions d'années.

### Précambrien B-C

Les roches du socle préSinien de Chine sont des roches protérozoïques-archéennes non différenciées et on les trouve par conséquent dans cette subdivision qui embrasse à la fois le Précambrien C et le Précambrien B. Elles affleurent fréquemment le long des axes et des blocs soulevés à l'intérieur des ceintures de plissement dans les régions du sud-ouest et de l'ouest. Elles sont constituées généralement de gneiss plus ou moins métamorphisés et déformés, schistes cristallins, micaschistes, schistes verts, granites, calcaires et parfois schistes argileux et phyllites.

### Précambrien B

Les roches comprises dans cette subdivision sont généralement fortement métamorphisées et l'on y rencontre souvent des intrusions de granites et de roches basiques. Elles ont été le siège de plissements et de failles importants. Elles ont été autrefois considérées comme appartenant soit au Protérozoïque, soit au Précambrien inférieur. Elles ont aussi été décrites sous des noms locaux.

Le système de Dharwar en Inde entre dans cette classification ; il comprend des roches sédimentaires fortement métamorphisées et des roches ignées (quartzite hématite rubannée, schiste-sillimanite-grenat ou khondalite, gneiss-cordiérite-biotite, gneiss pyroxènes, calc-granulites, etc.). En dehors de la zone type de Mysore, on trouve aussi des formations correspondant au système de Dharwar dans le Madhya Pradesh, dans l'Andhra Pradesh, dans la partie sud des Bihar, dans la partie nord de l'Orissa et dans le Rajasthan. Les séries de Salkhala et de Jutogh de la partie nord-ouest des Himalayas et les séries de Daling dans les Himalayas de Darjeeling, au Bhoutan et au Népal sont aussi comprises dans cette subdivision ; elles consistent en différents types d'ardoises, phyllites et quartzites avec schistes et gneiss.

En Birmanie, cette subdivision est représentée par des roches métamorphiques non différenciées et par des calcaires cristallins. Elle comprend aussi les séries de Mogok qui sont composées de biotite, cordiérite et gneiss à scapolite-pyroxène, schistes à biotite-grenat, calcaires cristallins et quartzites. Les khondolites et les calcaires cristallins forment le Précambrien B de Ceylan.

En Chine, les formations protérozoïques recouvrent en discordance les roches archéennes, y compris le système de Wou-t'ai ; on les désigne, dans diverses régions, sous le nom de séries de Huto, Leao-ho Namdechou, Kuyang, Kunyang, Lingchuan, etc. Ces roches sont comparativement peu métamorphisées et déformées : ardoises, phyllites, schistes verts, "roofing slates", marbres, quartzites. On rencontre parfois des roches volcaniques métamorphisées. On peut admettre comme limite supérieure de l'âge de ce groupe de  $1\,400 \pm 100$  millions d'années à  $1\,550 \pm 200$  millions d'années, âge absolu déterminé récemment pour les séries de Huto (Bayan-Obo).

En Mongolie, cette subdivision comprend les roches métamorphiques rattachées au Protérozoïque inférieur et moyen sur les cartes géologiques les plus récentes de Mongolie (1965). Ces formations constituent le complexe tectonique unique qui forme le socle précambrien cristallin qui apparaît à l'intérieur de ceintures plissées du Paléozoïque. Les roches exposées du Protérozoïque sont surtout des gneiss, schistes cristallins, micaschistes avec quelques amphibolites et marbres. Le Protérozoïque moyen comprend surtout des calcaires cristallins et dolomites, quartzites, avec quelques schistes cristallins, gneiss et amphibolites ; dans le Gobi, il est représenté par des micaschistes, schistes verts et roches métavolcaniques, et par quelques calcaires. En général le faciès de dépôt du Protérozoïque moyen semble évoluer, en allant vers l'est, des roches carbonatées vers les roches terrigènes en passant par l'intermédiaire de roches volcaniques terrigènes.

#### **Précambrien A-B**

Les roches protérozoïques non différenciées qu'on rencontre dans la partie nord-est de la Mongolie sont classées dans cette subdivision. Elles forment un socle complexe constitué de schistes cristallins, micaschistes et schistes verts, parfois associés à des calcaires et des grès.

#### **Précambrien A**

Les roches de cette subdivision, attribuées auparavant au Précambrien supérieur ou au Protérozoïque supérieur, reposent en discordance sur les formations précambriennes plus anciennes. Elles sont relativement moins métamorphisées et moins perturbées.

En Inde, le Précambrien A comprend les quartzites, calcaires, ardoises, brèches hornstone, etc., du système du Cuddapah dans l'Andhra Pradesh avec des intrusions dispersées de granites et de filons basiques et ses homologues dans le Mysore, dans le bassin de Chhattisgarh et dans certaines parties de Bihar, Orissa et Rajasthan.

Les séries de Martoli et les autres formations du Précambrien supérieur du Népal consistent en différents types de schistes et quartzites.

En Chine, cette subdivision est représentée par le système de Sinian qui, dans la plupart des régions, est constitué de minces séquences horizontales ou de faible pendage sur des plates-formes et des surrections recouvertes en concordance par des roches cambriennes superposées. Les quartzites, shales et quelques grès quartzitiques prédominent dans la partie inférieure ; les calcaires, particulièrement les calcaires siliceux à ardoises, composent la partie supérieure



de la série. Dans les ceintures plissées, les roches de Sinian sont métamorphisées et généralement plissées. Elles comprennent surtout des ardoises, phyllites, calcaires. Elles sont parfois associées (Kurug Tagh, Nan-chan) à des roches volcaniques, conglomérats et tillites. Les calcaires de Sinian sont en général caractérisés par des algues problématiques abondantes telles que des stromatolites et oncolites.

En Mongolie, le Protérozoïque supérieur recouvre en discordance les formations du socle du Protérozoïque inférieur et moyen. Il consiste en une séquence géosynclinale de roches diversement métamorphisées, surtout des schistes verts, micaschistes, roches volcaniques métamorphisées et quelques calcaires. Dans le Gobi, les calcaires cristallins prédominent et sont associés avec des quartzites et cherts. On trouve parfois des stromatolites et des oncolites dans les calcaires du Protérozoïque supérieur.

On croit que le système de Sangwon de Corée, qui comprend des quartzites, phyllites, calcaires, ardoises, etc., date du Protérozoïque ancien ; il recouvre en discordance des schistes cristallins et des gneiss granitisés (Précambrien C). Certains calcaires ont produit le fossile douteux *Collenia*.

## PRECAMBRIEN – PALEOZOIQUE

Le système de Vindhyan en Inde, qui consiste en calcaires, grès quartzitiques, shales, grès feldspathiques, conglomérats, etc., est une séquence de strates moins perturbées avec des formations plus ou moins horizontales. Ce système recouvre en concordance les roches de Cuddapah qui appartiennent au Précambrien A. Certains shales du système de Vindhyan contiennent de petits disques concentriques ridés d'une substance chitineuse carbonisée, divers spores et quelques restes de bois qui montrent qu'il est possible que le Vindhyan s'étende chronologiquement jusqu'à l'Ordovicien. La suite de Malani de roches ignées (granites, granophyres et rhyolites) envahit le système de Vindhyan dans le Rajasthan. Les ardoises de Hazara et de Simla et les séries de Nagthat, Chandpur et Jaunsar dans les Himalayas du nord-ouest et centraux et les séries de Buxa dans les Himalayas du Sikkim et du Bhoutan datent probablement du Précambrien récent ou du Paléozoïque ancien.

Au Pakistan-Occidental, cette subdivision est composée surtout de roches sédimentaires et métamorphiques sans fossiles, qui comprennent des ardoises, calcaires et grès.

Au Népal, le Précambrien paléozoïque comprend des schistes, gneiss, phyllites, quartzites et calcaires.

En Thaïlande, on rencontre des gneiss et des schistes antérieurs au Permien dans les régions du Chieng Mai, Tak et Uthai Thani, qu'on classe dans cette subdivision. Dans la partie méridionale de Thaïlande, on rencontre certains affleurements de ces roches près de Thapsakae et de Ranong.

Au Laos et au Viêt-nam, on rencontre des gneiss et des roches métamorphiques, surtout des schistes variés, quartzites, phyllites et calcaires cristallins, qu'on peut situer au Précambrien supérieur ou au Paléozoïque inférieur. Ils affleurent sur de grandes surfaces dans les régions nord de ces pays ainsi qu'à l'est du plateau de Bolovens.

En Chine, les dépôts du Sinien-Silurien non différenciés compris dans cette classification sont généralement représentés par une séquence géosynclinale puissante (2 à 7 km) de roches diversement métamorphisées et déformées, affleurant surtout à l'intérieur des ceintures plissées des régions centrale et du sud-est. Ce sont principalement des schistes, ardoises, phyllites, quartzites et du calcaire. Au sud de la vallée inférieure du Yang-tseu, la séquence comprend surtout des roches marines clastiques, avec calcaires et shales dans la partie médiane. Dans la ceinture plissée cathaysienne, dans la région côtière du sud-est, le Silurien est représenté par la série de Loung-chan constituée de schistes verts, phyllites, ardoises argileuses, calcaires et chert avec des quartzites et dolomites et des dépôts graphitiques locaux. La série de Nan-chan dans le Nan-chan (région centrale de l'ouest) est composée de schistes verts, phyllites et quartzites ; elle comprend aussi, dans la partie supérieure, des calcaires siliceux dévoniens avec *Pachypora* et *Favosites*.

En Mongolie, cette subdivision comprend les roches synclinales métamorphisées du Protérozoïque supérieur et du Cambrien inférieur. Ce sont essentiellement des grès, phyllites avec quelques calcaires. Parfois, elles contiennent des roches volcaniques métamorphisées, tufs et silex. Certains calcaires contiennent des stromatolites et oncolites (*Osagia*, *Tungussia* et *Semichatovia*).

En Indonésie, au Japon, aux Philippines et dans d'autres parties de la région, les complexes du socle sont constitués de gneiss et de schistes cristallins résultant du métamorphisme de roches dont l'âge va du Précambrien au Paléozoïque. Aux Philippines, on admet que le complexe du socle est préjurassique et est constitué de roches non différenciées largement plissées : amphibolites, mica, schistes quartzo-feldspathiques, phyllites et ardoises, fréquemment associés à des marbres et quartzites.

## PALEOZOIQUE

### Cambrien

Les roches cambriennes dans la vallée de Spiti, dans les Himalayas de l'Inde, sont connues sous le nom de "système d'Haimanta". Elles sont constituées de shales, quartzites micacés et dolomites. Le système est divisé en trois étages : inférieur, moyen et supérieur. Seul l'étage supérieur est fossilifère et contient *Redlichia noetlingi*, *Ptychoparia spitiensis*, *Lingula spitiensis*, etc. ; ceci indique un âge compris entre le Cambrien moyen et la fin du Cambrien. Il faut aussi inclure dans ce groupe quelques schistes présiluriens.

Dans le Pakistan-Occidental, les roches sédimentaires cambriennes comprennent le groupe de Jhelum avec ce qu'on appelait les couches pseudo-morphes de Salt, les grès magnésiens, les couches à *Neobolus*, les grès pourpres et la formation sous-jacente de la Salt Range (l'ancienne série saline du Pundjab) dont il est douteux qu'elle date de la fin du Précambrien. Parmi les fossiles, on trouve *Redlichia noetlingi*, *Neobolus warthi*, *Lingula*, *Orthis* et *Hyalolithes* qui donnent comme âge le Cambrien moyen.

En Thaïlande, on a reconnu des dépôts du Cambrien supérieur dans la péninsule méridionale à l'ouest de Nakorn Si Thammarat, sur l'île Tarutao et dans la province de Tak dans le nord du pays. Ces dépôts sont représentés par

le groupe de Tarutao formé de grès rouges qui contiennent des trilobites saukid et des brachiopodes orthid. La carte présente aussi comme appartenant au Cambrien, la série de Phuket, formée surtout de shales et ardoises, qui s'étend vers le nord depuis l'île Phuket. Cependant, si l'on en croit des renseignements parvenus après l'établissement de la carte, la série de Phuket semble appartenir à la partie supérieure de la formation de Kanchanaburi, dont l'âge s'étend du Silurien au début du Carbonifère (qui est représenté sur la carte comme Silurien-Dévonien).

Dans l'Irian occidental, des roches présumées cambriennes affleurent près de la partie orientale de la chaîne centrale. Dans la partie inférieure, elles comprennent les coulées de basalte de la formation d'Awitago ; la plus grande partie de la séquence est recouverte par la formation de Kariem constituée de couches alternées de roches clastiques fines et de roches carbonatées à cherts.

Les roches cambriennes sont largement représentées en Chine, où, souvent, elles recouvrent en concordance les roches siniennes. Les shales, grès et calcaires impurs du Cambrien inférieur sont éparpillés sur de vastes étendues dans le nord-est, centre-est et sud-est de la Chine et ils contiennent une faune *Redlichia* caractéristique. Le Cambrien moyen est représenté surtout par des calcaires et shales avec *Ptychoparia*, *Anomocarella*, *Dorypyge*, *Damesella*, *Drepanura* et *Agnostus*. Le Cambrien supérieur est généralement représenté par des calcaires et quelques shales. Il contient *Ptychaspis*, *Tsinania*, *Ceratopyge*, *Chuangia*, etc. Les roches du Cambrien moyen et supérieur sont largement distribuées dans les provinces du nord, de l'est et du centre (Mandchourie méridionale, Leao-tong, Chan-tong, Chan-si ; dans la partie sud de la Chine elles ne se sont développées que dans l'Anhui, l'Hou-pei et dans le Kouang-si oriental.

En Mongolie, ce système est représenté par des dépôts du Cambrien inférieur dans la plus grande partie du pays et par des roches du Cambrien supérieur qui affleurent seulement dans l'Altaï, en Mongolie occidentale. Le Cambrien inférieur est composé de dépôts géosynclinaux caractérisés par des changements rapides de faciès. Dans l'extrême nord à l'ouest du lac Hobsogol, il y a surtout des calcaires, dolomites, grès et shales. A l'intérieur des zones de dépression, dans la partie ouest, nord-ouest et centrale de la Mongolie, le Cambrien inférieur est représenté par des coulées de spilite-diabase lardées de dépôts carbonatés et terrigènes, de laves andésitiques et diabasiques, de dépôts pyroclastiques et d'intrusions ultramafiques enrobées. Dans les zones structurales soulevées, cette séquence est remplacée par des roches terrigènes et des roches terrigènes carbonatées, associées à des roches volcaniques sous-marines, en majeure partie rhyolites et dacites. Dans les régions de l'est et du nord-est presque tous les dépôts du Cambrien inférieur qui affleurent sont exclusivement de faciès terrigène carbonaté. Les fossiles du Cambrien inférieur en Mongolie comprennent *Spirocyathus yavorskii*, *S. densus*, *S. condensus*, *Coscinocyathus cornucopia*, *C. diantus*, etc.

La séquence géosynclinale du Cambrien supérieur dans la chaîne de l'Altaï est représentée par des dépôts qui ressemblent à du flysch, métamorphisé en un faciès de schistes verts. Ils comprennent différents schistes, ardoises, phyllites et quelques grès.

### Cambrien-Ordovicien

Dans la partie est de la Chine (provinces de Leao-tong, Ho-pei, Chan-si, Chan-tong, Hou-pei, Anhwei, Hou-nan et Kouei-tcheou, les dépôts de Cambrien-Ordovicien se rencontrent sur la plate-forme Chine du Nord-Corée et sur la plate-forme de la Chine méridionale. On y trouve surtout des calcaires et quelques shales, localement des grès et dolomites. Une séquence géosynclinale du Cambrien-Ordovicien est représentée en Mandchourie et Inchan (Mongolie intérieure) par des roches carbonatées. Les dépôts de Cambrien-Ordovicien comprennent surtout des schistes, gneiss, phyllites et quelques calcaires dans le T'ien-chan et le Kouen-louen ; dans le Kurug Tagh prédominent des roches clastiques marines métamorphisées et des roches volcaniques. Les phyllites, grès, calcaires, cherts avec parfois des roches volcaniques métamorphisées et des jaspilites composent le Cambrien-Ordovicien dans le Nan-chan. Dans le soulèvement de Kalpin Tagh du bloc stable de Tarim, dans le Sin-kiang, en Chine occidentale, le Paléozoïque inférieur (figuré comme le Cambrien-Ordovicien) est représenté par des ardoises, des roches métavolcaniques et conglomérats.

En Mongolie, cette subdivision comprend les séries du Paléozoïque inférieur de Khara et de Tszaga composées de roches clastiques marines sans fossiles, surtout des phyllites, grès et quelques conglomérats très répandus dans les parties nord et centrale.

### Ordovicien

En Thaïlande, l'Ordovicien est représenté par le groupe de Thung Song qui comprend surtout des calcaires noirs massifs à *Actinoceras* avec fragments de brachiopodes et crinoïdes. Ils appartiennent à l'Ordovicien, ou tout au moins au début du Paléozoïque. Des brachiopodes et les trilobites ont été récemment découverts dans les shales calcaires noirs du groupe de Thung Song à Amphoe Thungwa.

En Chine, les dépôts d'Ordovicien sont répartis sur de vastes étendues. Les calcaires et quelques shales y prédominent. On les trouve à l'intérieur des deux plates-formes Chine du Nord-Corée et Chine méridionale, dans les provinces de Leao-tong, Chan-si, Ho-pei, Chan-tong, Hou-pei, Hou-nan et Kouei-Tcheou dans le sud-est et dans l'est de la Chine. Les couches d'Ordovicien inférieur contiennent *Piloceras*, *Suecoceras*, *Ophelita*, *Dendrograptus*, *Dictyonema*, *Dichograptus*, *Loganograptus*, *Desmograptus*, *Phyllograptus*, *Amplexograptus*, *Didymograptus*, *Tetragraptus* et *Callograptus*. Les couches d'Ordovicien moyen avec *Actinoceras*, *Orthoceras*, *Glossograptus hincksii* et *Trigonograptus lineatus* sont parfois séparées des couches d'Ordovicien inférieur par une discordance. Des sédiments ashgilliens de la plate-forme de l'Ordovicien supérieur à *Climacograptus latus* et *Dicellograptus sextans* se rencontrent dans l'ouest de l'Hou-pei et l'Anhwei.

Dans la plus grande partie de la Mongolie, ce système est représenté par des formations géosynclinales appartenant à l'Ordovicien moyen et à l'Ordovicien supérieur représentés surtout par des ardoises, phyllites, shales, calcaires et grès à *Camaratoechia bairimica*, *Stegerhynella* sp., *Nicholsonella*, *Dyplotrypa*, *Zygospira*, *Rafinesquina*, *Catazyga*, *Cyathophylloides* cf. *aktahoubdeus*, *Strep-telasma* (*Grewingkia*) cf. *buceras*, *Catenipora robusta*, *Saffordophyllum*,

*Lyopara, Nyetopora, Broheliolites*, etc. Dans le sud de la Mongolie, les dépôts terrigènes ordoviciens sont associés à des roches volcaniques métamorphisées basiques et andésitiques et, localement, à de minces couches calcaires dans la partie supérieure. On trouve aussi dans cette séquence des strates de l'Ordovicien inférieur.

#### Cambrien-Silurien

En Iran, on désigne sous le nom d'"infracambrien" un groupe distinct très répandu de dolomites à chert, shales micassés rouges ou bigarrés et grès. Bien que séparé du socle précambrien par une discordance, l'"Infracambrien" s'étage partout vers le haut, sans qu'on observe aucune cassure brusque, dans une séquence de grès rouge (grès de Lalun) du début du Cambrien. Cette séquence est, à son tour, recouverte sans discordance par des dolomites, calcaires et shales à faune riche en trilobites dont l'âge est compris entre le Cambrien moyen et la fin du Cambrien. Dans les parties nord-est et nord-ouest de l'Iran, des dépôts de shale et de sable à graptolites, des marnes et calcaires riches en trilobites, brachiopodes et cystoïdes indiquent un âge allant du début de l'Ordovicien à l'Ordovicien moyen. Les conodontes sont la seule évidence paléontologique de la présence de l'Ordovicien supérieur dans le Kerman, et le Silurien, représenté par des calcaires coralliens n'est confirmé qu'en deux endroits.

Les formations du géosynclinal himalayen s'étendent aux Himalayas du Pakistan-Occidental de l'Inde et du Népal et, en particulier, dans les régions suivantes : Hazara, Cachemire, vallée de Spiti, Garhwas, Almora, et jusqu'au Népal. La région de la vallée de Spiti offre le plus remarquable développement de ces formations dont les lits constituants comprennent des conglomérats, quartzites, grès feldspathiques recouverts de shales et calcaires. Les coraux (*Favosites*, etc.) dominent dans la faune de l'Ordovicien qui présente de plus grandes affinités avec les faunes de l'Amérique du Nord qu'avec celles du nord de l'Europe. Au Népal, le Paléozoïque inférieur est surtout représenté par des siltstones et des roches carbonatées dont le gisement de minerai de fer de la région de Katmandou. Il contient des trilobites et des brachiopodes de l'époque silurienne-ordovicienne.

En Birmanie, on n'a pas encore découvert de roches fossilifères cambriennes bien qu'une partie de la série de Chaung Magyi dans la province de Shan, la série de Mergui (quartzites, calcaires, schistes, argillites) et quelques roches volcaniques (Boudwin) datent probablement du Cambrien. Les strates ordoviciennes du nord de la province de Shan comprennent, dans l'ordre ascendant, le grès de Ngwetaung, la série de Naungkangyi et le calcaire de Naunghaw. Le grès de Ngwetaung contient *Orthis* et des tiges de crinoïdes. La série de Naungkangyi, constituée de calcaires, marnes et shales, contient *Orthis*, *Calymene*, *Agnostus*, *Plectambonites*, etc., qui présentent des affinités étroites avec les formes européennes correspondantes. Le calcaire de Nyaunghaw contient la crinoïde remarquable *Camarocrinus asiaticus*. Dans la partie méridionale de la province de Shan, l'Ordovicien est représenté par la série de Mawson (shales, calcaires à *Orthoceras*, *Actinoceras*, *Oxygites*, etc.) et par les étages d'*Orthoceras* et de Pindaya, constitués de calcaire argileux pourpres et de shales contenant des tiges de crinoïdes et les espèces *Orthis*, *Monograptus*, etc.

Le Silurien de Birmanie a trois subdivisions dans l'ordre ascendant, l'étage à graptolites de Panghsa Pye, l'étage de Namshim (grès et marnes) et l'étage de Zebingyi (calcaires et shales). L'étage de graptolite contient *Diplograptus*, *Monograptus*, *Orthis*, *Phacops*, etc., l'étage de Namshim, *Calymene*, *Encrinurus*, *Phacops*, *Fenestella*, etc., et celui de Zebingyi une faune riche en graptolites, brachiopodes et céphalopodes.

Les strates cambriennes de la Malaysia occidentale sont surtout arénacées ; elles contiennent de petites quantités d'argillites, grès caillouteux et conglomérats et parfois du calcaire siliceux à la partie supérieure. Dans les couches arénacées, les fossiles sont des trilobites saukid et des brachiopodes mal conservés de la fin du Cambrien. L'Ordovicien est cependant plus répandu. Il se présente comme une succession assez épaisse de calcaires (avec parfois des shales) et de grès dans les îles Langkawi et à Perlis, Kedah et Perak. On trouve des fragments du céphalopode *Robsonoceras*, près de la base de cette succession, ce qui la fait remonter au début de l'Ordovicien. Dans les îles Langkawi et à Perlis, les dépôts de calcaire se prolongent sans discordance dans le Silurien.

Dans le sud du Viêt-nam, on estime que la série de Dalat (shales, ardoises, phyllites, schistes et parfois quartzites et grès) appartient, d'après sa position stratigraphique, au Cambrien-Silurien, mais il n'y a aucun fossile pour confirmer cette hypothèse. Des formations similaires à la série de Dalat, et en corrélation avec elle, affleurent dans diverses parties du sud et de l'est de la République khmère.

En Chine, les roches cambriennes-siluriennes non différenciées forment en général une séquence synclinale assez épaisse à l'intérieur des ceintures plissées dans les régions du nord, de l'ouest et du centre. Elle contient surtout des shales, ardoises, quartzites et des calcaires à chert avec certaines roches phosphatées dans la partie est du T'ien-chan (Ma-tsoung chan) ; les shales, grès et parfois des calcaires ainsi que des roches volcaniques prédominent dans l'Astin Tagh et le Nan-chan ; des roches clastiques marines et carbonatées forment une séquence géosynclinale dans le Ts'in-ling-chan, l'Inchan et le Gobi oriental. Dans la partie centrale du sud de la Chine (Yun-nan, Sikang et Sseu-tch'ouan méridional) les dépôts du Cambrien-Silurien sont représentés par des roches clastiques marines et des calcaires.

En Corée, le système de Chosun, dont l'âge varie du début du Cambrien à l'Ordovicien moyen, repose avec une discordance prononcée sur des roches archéennes et avec une légère discordance angulaire sur des roches protérozoïques. Les fossiles suivants se rencontrent dans ce système : *Redlichia*, *Obolus*, *Ptychoparia*, *Tonkinella*, etc. Les faunes du Cambrien du nord et du sud de la Corée se ressemblent beaucoup, mais celles de l'Ordovicien sont différentes, celle de la Corée du Nord se rapprochant de la faune correspondante de l'Arctique nord-américain et celle de la Corée du Sud présentant des ressemblances avec la faune ordovicienne d'Europe.

### Ordovicien-Silurien

Les roches non différenciées de l'Ordovicien-Silurien du nord-est de la Chine sont des shales, grès, ardoises et quelques calcaires. Elles forment une séquence géosynclinale avec les ceintures plissées dans l'est du T'ien-chan et de la Dzoungarie.

## Silurien

Dans le nord du Laos, le Silurien est représenté par des shales, phyllites, schistes sériciteux et grauwackes. Les grès et calcaires contiennent *Encrinurus punctatus* var. *laensis*, *Lichas* cf. *scabra* et *Spirifer sulcatus*. En certains endroits la partie inférieure de la séquence peut aussi contenir des couches ordoviciennes. Quelques schistes sériciteux ordoviciens à *Trinucleus* cf. *ornatus* ont été trouvés près de Ban Ban.

En Chine, les shales, grès et calcaires du Silurien inférieur et moyen sont largement répandus à l'intérieur de la plate-forme de la Chine méridionale dans les provinces du sud-est (Hou-nan, Kouei-tcheou, sud-ouest de Hou-pei, nord-ouest de Yun-nan, Kouang-si, sud-est du Sseu-tch'ouan. Ils contiennent presque partout *Monograptus*, *Encrinurus*, *Spirifer*, *Rastrites*, *Climacograptus*, *Pentamerus*, *Coronoccephalus* et, au nord-est du Yun-nan, *Favosites*, *Eospirifer*, *Protathyris*, *Modiolopsis*, etc. Les couches les plus hautes du Silurien de la plate-forme de la Chine méridionale sont généralement constituées de grès rouges continentaux avec des vestiges de poissons et de plantes ; des sédiments de faciès marins n'ont été reconnus que dans le sud du Sseu-tch'ouan et dans le nord du Kouei-tcheou. Dans le Yun-nan, une séquence géosynclinale du Silurien est composée de shales, calcaires et phyllites ; le Silurien inférieur et moyen de la vallée du Yang-tseu est représenté par des shales, grès et ardoises contenant *Akidograptus*, *Climacograptus* et *Monograptus* et des phosphorites à la partie supérieure. Dans le nord de Kiang-si (Mu-Ho) les shales et grès métamorphisés du Silurien contiennent *Monograptus*, *Climacograptus*, *Eospirifer*, *Coronoccephalus*, etc. Shales, grès et parfois ardoises et calcaires à *Halysites*, *Favosites*, *Dalmanella* et *Pentamerus* composent le faciès géosynclinal de mer profonde du Silurien dans le Ts'in-ling-chan. Les dépôts géosynclinaux de Nan-chan et T'ien-chan sont des carbonates faiblement métamorphisés et des roches clastiques marines ; à l'ouest de Kouen-louen et de Mustagh Ata ces dépôts contiennent aussi des roches volcaniques métamorphisées.

En Mongolie occidentale, ce système n'est représenté que par le Silurien inférieur (en général roches clastiques marines du type des molasses Wenlockiennes avec quelques calcaires). Les strates llandovériennes, qui se sont développées localement dans l'Altai, contiennent des shales noirs et des calcaires. Une séquence plus complète, comprenant des dépôts géosynclinaux du Silurien inférieur et supérieur, s'étend à l'intérieur d'une ceinture plissée ouest-est qui occupe la partie sud du pays. A l'ouest (l'Altai de Gobi) cette séquence est constituée de grès métamorphisés, siltstones, phyllites et cherts et de quelques calcaires à la partie supérieure. Au centre et à l'est de la ceinture plissée ces dépôts sont associés à des roches siliceuses et volcaniques (coulées andésitiques, tufs, spilites et diabases) ; parfois, les roches volcaniques constituent la majeure partie de cette séquence. Dans l'est et dans le sud-ouest de la Mongolie, les dépôts siluriens sont caractérisés par les formations carbonatées et carbonatées-terrigènes avec quelques coulées volcaniques acides et conglomérats. En Mongolie, les fossiles du Silurien inférieur sont : *Monograptus*, *Monoclimacis*, *Spirograptus*, *Retiolites*, *Microspasma*, *Propora*, *Mesofavosites*, *Favosites*, *Pynostylus*, *Crassilasma*, *Ceraster*, etc. Les couches du Silurien supérieur contiennent *Semicoscium*, *Neomphyma*, *Cyrcaphyllum*, etc.

Les dépôts siluriens de l'Irian occidental, sont représentés par les roches fortement plissées de la formation de Kemoem, qui affleurent dans la partie nord-ouest (Vogelkop septentrional). Ils contiennent surtout des ardoises et quartzites subordonnées, à *Monograptus marri* et *M. turriculatus*.

### Silurien-Dévonien

Dans la région montagneuse du nord du Pakistan-Occidental les roches siluriennes-dévoniennes comprennent le groupe sédimentaire de Swabi-Chamla et le groupe schisteux de Swat-Buner du nord-est de Peshawar et les formations d'Abbottabad et de Tanawal (qui contiennent surtout des quartzites, schistes et dolomites) en Hazara.

Dans le Cachemire et les Himalayas de l'Inde, le Silurien-Dévonien est représenté par la quartzite de Muth, qui recouvre sans discordance les roches siluriennes à *Pentamerus oblongus* de la vallée de Spiti, recouverte à son tour par des roches fossilifères du Carbonifère inférieur. La quartzite de Muth appartient surtout au Dévonien, mais sa partie inférieure date de la fin du Silurien.

En Thaïlande, la formation silurienne-dévonienne de Kanchanaburi constitue la partie inférieure du groupe récemment dénommé groupe de Tanaosi (Silurien-Carbonifère) ; elle comprend les roches métamorphiques de l'ancienne série de Kanchanaburi et les strates équivalentes de roches sédimentaires qui peuvent contenir une faune silurienne et dévonienne. La formation de Kanchanaburi consiste en phyllites, ardoises, quartzites et shales avec des bancs de calcaire intercalés.

Les dépôts du Silurien-Dévonien dans le nord du Laos et du Viêt-nam sont représentés surtout par des shales et des grauwackes avec *Spirifer*, *Orthis*, *Conocardium*, *Calymene*, *Stropheodonta* et *Atrypa reticularis*.

Dans le sud-ouest de la Chine, au sud de la vallée du Yang-tseu, le Silurien-Dévonien est représenté par des shales et grès. Dans le Kalpin Tagh (Sin-kiang occidental) les roches siluriennes-dévoniennes sont surtout des dépôts clastiques marins. Dans le T'ien-chan, une séquence géosynclinale du Silurien-Dévonien comprend surtout des roches clastiques marines et carbonatées, avec localement des roches volcaniques.

En Mongolie, cette subdivision comprend des dépôts géosynclinaux du Silurien supérieur-Dévonien inférieur. On trouve ces dépôts dans des affleurements dispersés à l'intérieur de la ceinture plissée est-ouest dans les régions méridionales. Dans l'Altai de Gobi, à l'ouest, on trouve des phyllites, shales, calcaires et quelques grès ; en allant vers l'est, on les rencontre fréquemment associés à des roches volcaniques intermédiaires et basiques et à des cherts, très répandus dans le Gobi oriental.

Dans l'est de la Mongolie, les roches carbonatées et terrigènes-carbonatées prédominent dans la séquence. Les couches du Silurien supérieur-Dévonien inférieur contiennent *Rhipacolites*, *Placoenites*, *Favosites gasimuricus*, *Lioclema* aff. *tenuirama* etc.

Au Japon, des strates siluriennes et dévoniennes affleurent dans des zones étroites de Shikoku et au nord de Honshu. La partie inférieure des séries de



Crinoyana (Shikoku) est le dépôt le plus ancien qui ait été daté. Il est composé de calcaires, grès, shales tufacés et de roches volcaniques acides en petites quantités. Il est daté du Silurien (Wenlockien) d'après les fossiles *Falsicate-nipora*, *Halysites*, *Scutellum*, *Coronocephalus*, etc. Dans le Dévonien, la moitié inférieure de la succession, au sud-ouest, est caractérisée par une grande quantité de matériel pyroclastique et de calcaires coralliens ; dans une certaine région, les calcaires situés près de la base contiennent des coraux, dont *Favosites*, *Thamnopora*, *Thecostegites* et *Cymatelasma*. On trouve en abondance des roches pyroclastiques dans la partie supérieure du sud-ouest ; mais au nord-est on trouve surtout des dépôts clastiques épais.

### Dévonien

Dans le sud-est du Viêt-nam, les dépôts du Dévonien et du Dévonien-Carbonifère (Dinantien) sont représentés surtout par des strates clastiques continentales-épicontinentales non fossilifères comprenant des ardoises, shales, grès et quelques shales siliceux. Au centre (zone annamitique) et dans l'est du Viêt-nam, au centre du Laos, les sédiments dévoniens néritiques (provenant en partie d'eaux saumâtres) comprennent des shales, marnes, grès avec de petites quantités de calcaire et localement quelques lits rouges. Les fossiles comprennent *Athyris concentrica*, *Atrypa desquamata*, *A. reticularis*, *Stropheodonta annamitica*, *Calceola sandalina*, *Favosites styriacus*, *Heliolites porosus*, *Spirifer ziczac*, *Actinopteria subdecussata*, indiquant un âge qui va de l'Emsien au Francien. Dans l'ouest du Laos et dans le nord du Viêt-nam les dépôts dévoniens géosynclinaux sont caractérisés par de rapides changements de faciès avec le lieu ou l'étage de la séquence. Ce sont surtout des shales, grauwackes, calcaires, parfois des grès, cherts, quartzites et lits de jaspes. Ils contiennent une faune riche en brachiopodes, coraux et lamellibranches et ils s'étendent du début à la fin du Dévonien au Laos et du début du Dévonien moyen en de nombreux points du nord du Viêt-nam.

Dans le sud-est de la Chine, à l'intérieur de la plate-forme de la Chine méridionale et du plissement cathaysien, le Dévonien inférieur est généralement représenté par des grès rouges et shales continentaux à *Arthrostigma gracile* et à vestiges de poissons, le Dévonien moyen et le Dévonien supérieur par des dépôts marins (shales, grès et calcaires) affleurant surtout dans l'est du Yun-nan, Kouei-tcheou, Hou-nan, Kiang-si et le sud-est du Kouang-tong. Ils contiennent *Calceola sandalina*, *Stringocephalus burtini*, *Sinospirifer sinensis* et *Manticoceras*. En allant vers le nord-est, ces roches donnent lieu à des dépôts continentaux ; le Dévonien moyen et le Dévonien supérieur sont représentés dans la partie est du Hou-nan et la partie ouest du Kiang-si par des roches clastiques marines et continentales et dans la région côtière du sud-est (à l'intérieur du plissement cathaysien) en général par des roches clastiques continentales avec quelques restes de minerais de fer et de manganèse dans Ts'in-ling-chan ; les roches géosynclinales du Dévonien sont représentées par des calcaires, phyllites, grauwackes et quelques tufs et dans le Lun-men-chan (nord est du Sseu-tch'ouan), en général, par des conglomérats et quartzites dans la partie inférieure et des calcaires dans la partie supérieure. Une séquence géosynclinale de dépôts du Dévonien comprend, dans le Nan-chan, des phyllites, grauwackes et quelques roches volcaniques et calcaires et, dans le T'ien-chan et le Kurug Tagh, surtout des roches carbonatées et clastiques.

Dans le sud et au centre de la Mongolie et dans la partie la plus à l'est au sud de la vallée de Hailhain Gol, ce système est représenté par une séquence géosynclinale du Dévonien inférieur-supérieur constituée de phyllites, shales, cherts, grauwackes, ardoises et quelques calcaires, associés à des masses très importantes de roches volcaniques (laves basaltiques et andésitiques, tufs, diabases et spilites). Dans le nord-est et dans l'est de la Mongolie (y compris la partie nord-est du Gobi et au sud-ouest de l'Altai du Gobi), cette séquence est constituée en général de formations marines terrigènes et carbonatées-terrigènes. Au nord de la vallée de Kerulen, les dépôts marins du Dévonien moyen-supérieur sont remplacés par des roches clastiques littorales et continentales : conglomérats, grès et quelques roches pyroclastiques. On trouve aussi des dépôts continentaux clastiques du Dévonien dans le sud-est d'Oulan-Bator. Dans le nord, le nord-ouest et l'ouest de la Mongolie ce système est représenté en général par des roches clastiques du type des molasses du Dévonien inférieur-Eifelien avec des coulées étendues andésitiques, décitiques et rhyolitiques et des dépôts pyroclastiques : on a reconnu des couches du Dévonien le plus récent dans l'ouest de la Mongolie et de l'Altai où ce sont des roches terrigènes marines du Givétien. Les fossiles du Dévonien inférieur en Mongolie sont *Camarotoechia daleidensis*, *Spirifer hystericus*, *Leptostrophia beekii*, *L. explanata* var. *kharkraica*, *Leptaena bouei*, *Phacops subcristata*, etc. Les couches du Dévonien moyen contiennent : *Pachypora cervicornis*, *P. reticulata*, *Cyphaspis hydrocephala*, *Atrypa reticularis*, *Natallophyllum giveticum*, *Alveolites* aff. *lemniseus* et la flore *Taeniocrada decheniana*, *Aphylopteris* sp., *Pseudouralia sibirica*, *Uralia* cf. *camdjalensis*, *Parrandainopsis* cf. *beliakovii*, etc. Le Dévonien supérieur contient *Cyrtospirifer*, *Reticularia*, *Euphemites*, etc.

### Dévonien-Carbonifère

En République khmère les dépôts du Dévonien-Carbonifère sont représentés par les shales, grès-shales, marnes, shales siliceux avec quelques calcaires près du sommet. Les calcaires contiennent *Endothyra*, *Monogenerina* et *Geinitzia*, qui permettent de donner le Carbonifère inférieur (Dinantien) comme âge de la partie supérieure de la séquence.

Sur la plate-forme de la Chine méridionale, dans le sud-est de la Chine (nord-ouest du Yun-nan, Kouei-tcheou, nord du Kouang-si) les formations épicontinentales peu épaisses du Dévonien-Carbonifère sont en général constituées de grès, shales et calcaires. Dans la région côtière du sud-est (est du Kiang-si, Chekiang, nord du Kouang-tong) cette subdivision comprend les grès continentaux du Dévonien-Carbonifère inférieur.

Dans la partie méridionale centrale et dans le centre de la Chine (ouest du Yun-nan, Sin-kiang, ouest du Sseu-tch'ouan) une séquence géosynclinale du Dévonien-Carbonifère comprend surtout des roches marines clastiques et des calcaires ; dans le Ts'in-ling-chan les calcaires forment la majeure partie de la séquence. Les dépôts du Dévonien-Carbonifère inférieur sont représentés par des shales, grès et calcaires marins dans l'est du Kouen-louen et dans le nord du Nan-chan, par des roches clastiques marines et continentales qui contiennent un peu de charbon.

Dans la partie centrale et dans le nord-est de la Mongolie des dépôts non différenciés du Dévonien-Carbonifère comprennent des grès, cherts, siltstones et des roches volcaniques dans la partie inférieure et en général des marnes, grès et conglomérats dans la partie supérieure. Ils contiennent dans la partie inférieure des fossiles du Dévonien-Carbonifère : *Thamnopora*, *Crassialveolites*, *Coenites*, *Spirifer dupliscostus*, et, dans la partie supérieure, *Tomiodendron lathaticum*, *Chacassopteris concinna*, *Noegerathiopsis*, *Pecopteris* et *Paracalamites*.

### Carbonifère

Dans l'Hindu Kuch, dans le nord du Pakistan-Occidental, le Carbonifère comprend le shale de Sarikol et ses équivalents.

Dans le Cachemire et la vallée de Spiti, dans les Himalayas de l'Inde, les calcaires carbonifères et les shales contiennent *Productus*, *Spirifer*, *Phillipsia*, *Conularia*, *Fenestella* et *Syringopora*.

Dans le sud-est de la Chine, à l'intérieur de la plate-forme de la Chine méridionale (est du Yun-nan, Kouei-tcheou, centre et sud du Yun-nan, nord du Kouang-tong, est et nord du Kouang-si) des dépôts marins épicontinentaux du Carbonifère inférieur constitués de calcaires avec des grès et shales ont été divisés en quatre zones qui, dans l'ordre ascendant, sont la zone *Cystophrentis*, la zone *Pseudouralina*, la zone *Thysanophyllum* et la zone *Yuanophyllum*. Parmi les fossiles typiques, il y a *Athyris*, *Schellwienella*, *Syringopora*, *Productus* et *Daviesiella*. On trouve un dépôt continental du début du Carbonifère dans la région côtière du sud-est (Chekiang, Fou-kien, est du Kiang-si) et dans la vallée inférieure du Yang-tseu où les grès de Wutung contiennent la plante fossile *Lepidodendron mirabile*. Les strates du Carbonifère moyen et supérieur dans le sud-est de la Chine sont surtout composées de calcaires blancs avec *Fusulinella*, *Fusulina*, *Chaetetes*, *Enteletes lamarchi*, *Choristites mosquensis*, *Striatifera striata*, etc.

Dans le nord de la plate-forme Chine-Corée, à l'intérieur d'une région couvrant l'est, le centre et en partie le nord-est de la Chine, les dépôts de Carbonifère inférieur sont absents et le Carbonifère moyen (Moscovien) repose sur les calcaires ordoviciens avec une discordance à peine reconnaissable. Les roches du Carbonifère moyen et du Carbonifère supérieur y sont représentées par des alternances de dépôts marins et continentaux qui comprennent des shales, grès, calcaires, parfois de minces filons de charbon, des shales d'alumine et des minerais de fer (dans le Chan-si). Dans les calcaires se rencontrent *Stafella*, *Fusulinella*, *Choristites*, etc. La flore typique des shales comprend *Neuropteris giganteus* et *Palaeoweichselia*.

Dans le Ts'in-ling-chan (Chine centrale), les couches du géosynclinal du Carbonifère contiennent des roches clastiques continentales et marines alternées avec du charbon et des calcaires dans la partie inférieure de la séquence, des roches clastiques marines (shales, phyllites, quartzites) et des calcaires dans la partie moyenne. Les calcaires prédominent dans la partie supérieure.

Dans le nord du Nan-chan, le Carbonifère inférieur comprend des roches clastiques marines et quelques roches volcaniques ; les strates supérieures sont représentées par des formations contenant du charbon. Dans le Ma-tsoung-chan et dans le sud-ouest du Gobi (nord-ouest du Kan-sou) une séquence carbonifère

épaisse (5 à 11 km) est composée de grès, shales et calcaires avec, dans la partie moyenne, de puissantes coulées volcaniques andésitiques et basiques, et des tufs. Dans l'ouest de la Chine, le Carbonifère est représenté par des shales noirs, phyllites et grès avec de minces couches de calcaires dans la chaîne de Mustagh Ata et dans l'ouest du Kouen-louen. Dans le T'ien-chan et la Dzoungarie, les shales marins, grès et calcaires du Carbonifère inférieur sont remplacés vers le haut par des roches clastiques marines et continentales mélangées du Carbonifère moyen et du Carbonifère supérieur associées à des coulées volcaniques et des tufs.

Dans le nord, l'ouest et l'est de la Mongolie, le Carbonifère inférieur (y compris le Namurien) est représenté dans la plupart des régions par des dépôts clastiques qui ressemblent à des molasses et qui sont marins ou continentaux et parfois marins et continentaux mélangés. Ils comprennent des grès, siltstones, grès feldspathiques, conglomérats et, localement, des calcaires avec de minces bancs de charbon. Dans l'Altaï du Gobi, le Gobi occidental et le sud-ouest de la Mongolie, il comprend aussi des laves andésitiques, dacitiques et, localement, rhyolitiques et des roches pyroclastiques. Une séquence géosynclinale de grès, phyllites, cherts et tufs du Carbonifère inférieur affleure au centre de la Mongolie.

Dans l'extrême sud du pays, le carbonifère est représenté par des dépôts terrigènes marins, quelques calcaires et de puissantes coulées andésitiques et dacitiques et des tufs. Les couches du Carbonifère inférieur en Mongolie contiennent *Archæodiscus*, *Eostafella*, *Mediocriocris*, *Lonsdaleia*, *Fenestella*, *Polypora*, *Lingula*, *Productus*, *Spirifer*, *Schizophoria*, *Camarotoechia*, etc., et des vestiges de plantes : *Angaropteridium cardiopteroides*, *A. vescum*, *Cardiopteridium asiaticum*, *Asterocalamites*. Dans la plus grande partie de la Mongolie, le Carbonifère moyen et le Carbonifère supérieur sont constitués par des coulées andésitiques, dacitiques et rhyolitiques et des roches pyroclastiques, associées avec des dépôts clastiques, continentaux, parfois marins, du type molasse contenant les fossiles *Phestia*, *Pseudoedmondia*, *Edmondiella*, *Cre-nipecten*, etc., et la flore : *Noeggerathiopsis*, *Angaropteridium*, *Stenopteris*, *Ginkgophyllum*, *Cardiocrarpus*, *Lepidodendron*, *Angarodendron*, *Tomiodendron*, *Pecopteris*, *Paracalamites*, etc. Dans le nord-ouest de la Mongolie, et dans la chaîne de l'Altaï, les formations du Carbonifère moyen-supérieur sont des roches clastiques marines et continentales avec des bancs de charbon. Des dépôts marins géosynclinaux de cette époque se rencontrent dans la partie sud du Gobi ; ce sont des grauwackes, cherts, phyllites, laves andésitiques et spilitiques et tufs.

### Dévonien-Permien

Une séquence continue composée principalement de calcaires existe en Iran. Son âge s'étend du Dévonien au Permien et peut-être jusqu'au Trias. On trouve les calcaires foncés du Dévonien supérieur et du Carbonifère depuis l'Azerbaïdjan jusqu'au centre de l'Iran à travers Elbourz. Ils contiennent des brachiopodes et coraux et des roches basiques volcaniques surbordonnées ; au nord de Kerman, les calcaires foncés peuvent être attribués au Dévonien moyen d'après la présence de conodontes et de brachiopodes. Les couches du Permien inférieur et supérieur contiennent des grès, quartzites, shales charbonneux noirs, shales rouges et calcaires zoolithiques sableux à brachiopodes et fusulinides.

Parfois, les calcaires et dolomites du Permien marquent la transition avec les calcaires plus récents (Trias inférieur-moyen), compris aussi dans cette subdivision.

Dans la région de Spiti des Himalayas de l'Inde, cette subdivision comprend les roches non différenciées des systèmes de Kanawar et de Kuling, les séries de Krol et d'Infra-Krol, les étages de Zewan, etc. Dans la vallée de Spiti, les quartzites de Muth sont recouvertes par des calcaires, shales, quartzites, du système de Kanawar qui, au sommet de la partie inférieure du Carbonifère inférieur, contiennent les fossiles *Productus cora*, *P. semireticulatus*, *Chonetes hardrensis*, *Spirifer kashmiriensis*, *Syringothyris cuspidata*, *Phillipsia* cf. *cliffordi*, *Conularia quadrisulcata*, etc. Il y a une corrélation entre cette région et les calcaires de *Syringothyris* au Cachemire. La partie supérieure du système de Kanawar, qui correspond aux shales *Fenestella* du Cachemire, contient des fossiles du Carbonifère moyen dont *Fenestella*, *Productus scabriculus*, *P. undatus*, *Spirifer triangularis*, etc. Le système de Kuling permocarbonifère qui le recouvre est composé de grès à ciment calcaire dans la partie inférieure et de shale *Productus* dans la partie supérieure, qui forment un horizon qu'on retrouve au Cachemire, dans les Himalayas de l'Inde et au Népal. Il contient en quantité abondante *Productus purdoni*, *P. abichi*, *P. giganteus*, *Spirifer spirigera*, *Xenopsis*, *Cyclolobus oldhami*, etc. Au Cachemire, les étages de Zewan qui comprennent surtout des shales et calcaires à faune du Permien moyen-supérieur de brachiopodes et de bryozoaires (*Protoretetpora ampla*) reposent sur des shales et grès du Carbonifère supérieur-Permien associés à des ardoises agglomérées et des roches volcaniques. Les séries de Krol (shales et calcaires) et Infra-Krol (shales avec de minces couches de quartzites) constituent le Carbonifère supérieur-Permien dans la région de Simla-Garhwal.

Au Népal, le Paléozoïque supérieur comprend la partie inférieure de la série pélitique de l'Everest (shales et ardoises sans doute du Dévonien ou du Carbonifère). Cette série est recouverte par le calcaire de l'Everest qui date du Carbonifère. Le calcaire de l'Everest est recouvert sans discordance par la série de Lachi (calcaires, grès à ciment calcaire, shales, quartzites et quelques lits de galets), qui contient des fossiles du Permien et couvre de vastes étendues au nord du mont Everest et dans le nord du Sikkim.

En Birmanie, le Dévonien-Carbonifère est représenté par le calcaire du Plateau, le calcaire de Moulmein et leurs équivalents. Le calcaire du Plateau inférieur, qui comprend surtout de la dolomite et du calcaire dolomitique, contient une faune de l'Eifelien et du Dévonien supérieur à *Calceola sandalina*, *Favosites*, *Chonetes*, *Douvilleina*, etc. Le calcaire du Plateau supérieur (calcaire foncé) à *Fusulina elongata*, *Spirifer fasciger*, *Productus cora*, etc., date du Carbonifère-Permien. Les couches de calcaire de Moulmein, qui renferment quelques grès et shales sont aussi du Carbonifère-Permien.

En Thaïlande, la série de Ratburi, portée sur la carte dans cette subdivision, comprend surtout des calcaires qui sont associés dans le sud avec des shales, grès, siltstones et quelques quartzites. Par les fossiles (brachiopodes et fusulinides), on date la série de Ratburi du Carbonifère-Permien.

En République khmère, le Dévonien-Permien est représenté par des ardoises, shales, grès, quelques shales siliceux et jaspes du Dévonien-Carbonifère et par des roches carbonatées permienues.

Dans le sud du Viêt-nam, cette subdivision comprend surtout des shales, shales sableux, grès et quelques calcaires du Dévonien-Carbonifère inférieur (Dinantien), localement associés avec des shales siliceux et des marnes. Dans le nord et le centre du Laos, et dans l'ouest du Nord-Viêt-nam, le Dévonien-Permien est représenté surtout par des roches clastiques marines associées localement avec du matériel volcanique. Ces dépôts géosynclinaux comprennent des shales, grauwackes, grès, grès feldspathiques, quelques laves, tufs et calcaires peu importants ; les roches carbonatées deviennent prédominantes dans le nord-ouest du Laos. Les roches du Dévonien-Permien contiennent des brachiopodes, coraux, bryozoaires et lamellibranches qui les datent du Dévonien ancien (Francien), du Carbonifère et du Permien (y compris le Kazanien).

Dans les parties centrales de l'est du Laos et du Viêt-nam (zone annamitique), ainsi que dans le nord-est du Viêt-nam, la subdivision Dévonien-Permien est représentée par des strates permienno-carbonifères constituées surtout de calcaires et de quelques dolomites associées localement avec des roches clastiques marines intercalées. Dans la partie centrale du Viêt-nam et dans la partie centrale-est du Laos, elles contiennent des strates du Carbonifère inférieur-Permien supérieur, bien que, dans la plupart des régions, l'âge de ces roches soit compris entre le Westphalien (Moscovien) et le Kazanien et Tartarien (Permien ancien). Les calcaires contiennent une faune variée et abondante : bryozoaires, brachiopodes, lamellibranches, gastéropodes, coraux et nombreux fusulinides.

En *Malaysia occidentale*, à Pulau Langgun, des dépôts dévoniens non calcaires ont à leur base une riche faune de dacryoconarides-tentaculites avec quelques lamellibranches et graptolites. En ce même lieu, les fossiles du Dévonien moyen-supérieur, trouvés dans les marnes, comprennent des gastéropodes, lamellibranches, brachiopodes et trilobites. Vers le sud, dans la région centrale de Perak, le Dévonien est surtout calcaire.

Les dépôts du Carbonifère inférieur de l'ouest de la *Malaysia* consistent en une succession épaisse de shales charbonneux, phyllites, quartzites, avec des bandes calcaires à la partie supérieure. Ces calcaires ont une riche faune de brachiopodes comprenant *Schizophoria*, *Avonia*, *Linoproductus*, *Spirifer*, etc. Les shales contiennent surtout des coraux (*Caninia*, *Lithostrotion*, etc.) et des vestiges de plantes (*Lepidodendron*, *Stigmara*) indiquant un environnement côtier. De rares sédiments du Carbonifère moyen et supérieur sont connus dans le sud de Kelantan (marnes et roches pyroclastiques) et à Perak (calcaires). Dans tout l'ouest de la *Malaysia* le Permien est typiquement calcaire ; parfois les calcaires prédominants sont associés à des shales, siltstones, quartzites et laves andésitiques-rhyolitiques et à des roches pyroclastiques. Les fossiles sont assez abondants à la fois en nombre et en variétés et comprennent des foraminifères, coraux, bryozoaires, brachiopodes, scaphopodes, gastéropodes, crinoïdes et algues.

En *Birmanie*, les formations du Paléozoïque supérieur (avec prédominance du Carbonifère-Permien), placées dans cette subdivision, sont représentées par des roches sédimentaires, métamorphiques et volcaniques, qui comprennent des cherts à radiolaires et des ophiolites. Elles contiennent *Fusulina*, *Endothyra*, *Trochammina*, *Radiolaria*, etc.

Sont aussi comprises dans cette subdivision des roches du Paléozoïque supérieur, et surtout du Carbonifère-Permien, d'Indonésie que l'on rencontre à

Sumatra et dans d'autres îles de l'archipel. Ce sont surtout des calcaires et shales, lardés d'épaisses masses de laves et de tuf, qui contiennent *Spirifer*, *Productus* et des plantes fossiles : *Pecopteris*, *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Sphenophyllum*, *Calamites* et *Cordaïtes*.

### Carbonifère-Permien

Des dépôts non différenciés du Carbonifère-Permien du type plate-forme existent dans la partie sud-est de la Chine (plate-forme de la Chine méridionale et plissement cathaysien). Ils sont représentés principalement par des calcaires, avec quelques formations contenant du charbon dans la partie supérieure. Dans la région côtière du sud-est les calcaires marins et les shales sont entremêlés avec des dépôts clastiques de charbon. Dans le nord de la plate-forme Chine-Corée, dans le centre-est de la Chine et en partie dans le nord-est, cette série comprend des couches allant du Carbonifère moyen au Permien ; la partie inférieure de la succession est constituée de roches clastiques alternativement continentales et marines et de calcaires. Dans la partie supérieure prédominent des dépôts continentaux contenant du charbon. Dans le nord du Takla Makan (bassin du Tarim), dans l'ouest de la Chine, les formations du Carbonifère-Permien et du Paléozoïque supérieur contiennent alternativement des lits continentaux et marins.

Dans les plissements de la Chine centrale, y compris le Kouen-louen et le Ts'in-ling, les dépôts du Carbonifère-Permien et du Paléozoïque supérieur sont généralement représentés par des calcaires, associés dans la partie inférieure à des roches marines clastiques et dans la partie supérieure à des roches marines et continentales clastiques mélangées, contenant un peu de charbon et des conglomérats. Dans la partie est du T'ien-chan et du Ma-tsong-chan (Gobi occidental) au nord-ouest de la Chine, ce groupe comprend une formation volcanique sédimentaire marine du Carbonifère moyen-supérieur et des roches clastiques marines et continentales du type molasse appartenant au Permien. Dans le nord-est de la Chine, y compris la Manchourie et la Mongolie intérieure, les dépôts du Paléozoïque supérieur et du Permien-Carbonifère sont représentés généralement par des calcaires métamorphisés, phyllites, quelques grauwackes, cherts, grès et localement quelques conglomérats et tufs. Au Tibet, les roches clastiques marines et carbonatées du Permien-Carbonifère sont associées avec des roches volcaniques et des lits de charbon ; dans le Si-k'ang et l'ouest du Yun-nan les roches carbonatées constituent la majeure partie de la séquence.

Dans la plus grande partie de la Mongolie, les roches comprises entre le Carbonifère moyen (parfois le Carbonifère supérieur) et le Permien inférieur sont communes. La séquence comprend des dépôts clastiques marins et continentaux du type molasse constitués surtout de grès et de siltstones ; d'énormes masses de laves andésitiques, dacitiques et rhyolitiques, en général associées avec ces strates, ont une grande extension dans les régions centrale et sud et forment parfois la partie principale de la séquence. Dans l'extrême sud de la Mongolie et le sud du Gobi, le Carbonifère moyen et le Permien inférieur sont représentés par une séquence géosynclinale constituée par des grauwackes, cherts et roches volcaniques andésitiques et spilitiques ; dans la partie supérieure on trouve quelques calcaires avec des foraminifères du Permien inférieur, *Schwagerina*, *Schubertella*, *Parastaffella*, *Pseudofusulina*, *Quasifusulina*, *Rugosofusulina* et *Pseudoschwagerina*.

Au Japon, les strates carbonifères permienues consistent en une accumulation épaisse d'ardoises argileuses, grauwackes, cherts schalstein et calcaire. Le Carbonifère inférieur est divisé en quatre séries et les fossiles comprennent des brachiopodes (*Kitamithyris*, *Syringothyris*, etc.) et des coraux (*Sugiyamaella*, *Dibunophyllum*, *Lithostrotion*, etc.). L'ordre dans lequel se présentent de bas en haut les diverses zones de strates du Carbonifère supérieur et du Permien d'après les fusulinides est le suivant : zone à *Milleralla*, zone à *Profusulinella*, zone à *Fusulinella*, zone à *Fusulina*, zone à *Pseudoschwagerina*, zone à *Parafusulina*, zone à *Neoschwagerina* et zone à *Yabeina-Lepidolina*.

Le Carbonifère-Permien dans l'Irian occidental est représenté par la formation de l'Aifam qu'on rencontre en affleurements dispersés dans la chaîne du nord-ouest (Vogelkop) et la chaîne centrale. Elle consiste en dépôts clastiques terrestres constitués surtout de grès rouges, shales, quartzites et conglomérats qui affleurent seulement dans le Vogelkop, suivis par une séquence marine peu profonde d'ardoises, grès et calcaires qui devient parallèle au sommet comme l'indiquent les lits de charbon et les vestiges de flore. Les fossiles (*Productus*, *Spirifer*, *Derbyia*, *Neospirifer*, tétracoraux et fusulinides) et la flore (*Sphenophyllum*, *Pecopteris*, *Taeniopteris*, *Calamites*, etc.) donnent comme âge la fin du Carbonifère-Permien.

#### Permien

En Afghanistan, ce système est représenté surtout par des grès et des calcaires contenant *Neoschwagerina*, *Spiroloculina*, *Textulariidae*, etc.

Dans la Salt Range du Pakistan-Occidental, le Permien inférieur est représenté par le groupe de Nilawahan (qui remplace ce qu'on désignait par le lit de base du barrage de Talchir, la série Olive, les grès diaprés et l'argile lavande). Il comprend essentiellement des grès à ciment calcaire, shales, quelques grès rouges, lits de gypse et, à la base, quelques champs de blocs erratiques glaciaires et fluvio-glaciaires. Les fossiles comprennent des brachiopodes, gastéropodes, lamellibranches et bryozoaires. Le groupe de Nilawahan est recouvert par le groupe de Zaluchi (l'ancien calcaire *Productus*), qui est constitué essentiellement de calcaires avec quelques shales et grès à la base et à la partie supérieure. Il contient une riche faune de brachiopodes (surtout *Productus*), gastéropodes et céphalopodes, ce qui donne un âge compris entre Artinskien et le Thuringien.

Dans la partie est du centre de la Chine (Chan-si, Ho-pei, Chan-tong), à l'intérieur de la plate-forme Chine du Nord-Corée, le Permien est représenté par des grès continentaux, shales et argiles, qui contiennent à la partie inférieure du charbon exploitable avec des vestiges de flore *Sphenophyllum thoni*, *Taeniopteris multinervis* et *Walchia*. Dans le sud-est de la Chine (Sseu-tch'ouan, Kouei-tcheou, Yun-nan oriental, Kouang-si, Hou-nan, Kiang-si, Fou-kien, Hou-pei méridional et An-houei) le Permien inférieur comprend essentiellement des calcaires avec shales contenant *Glyphioceras*, *Neoschwagerina*, *Verbeekina*, *Waagenophyllum*, etc. Dans le Yun-nan et le Kouei-tcheou occidental, le Permien moyen est caractérisé par de grandes coulées de laves basiques alternant avec des tufs et des shales. Le Permien supérieur comprend, dans la partie inférieure, la formation de Loping, constituée de shales, grès et filons de charbon avec une flore de *Gigantopteris* ; cette formation présente souvent des



couches minces de calcaires avec la faune bien connue de Loping : *Productus*, *Lyttonia richthofeni*, *Richthofenia laurentiana* et *Orthotetes tingi*. La formation de Loping est recouverte de calcaires, parfois intercalés entre des grès et des shales. Il arrive que le faciès calcaire soit remplacé par des grès et shales à flore *Gigantopteris* avec des formes de la fin du Permien (*Pseudomonites*, *Pecten*, *Bellérophon*, etc.) auxquelles le genre *Phillipsia* est parfois associé. Dans le Ts'in-ling-chan, en Chine centrale, le Permien inférieur est constitué de calcaires recouverts par des couches minces de shales avec des lambeaux de calcaires ; le Permien supérieur est représenté par une formation houillère et des calcaires marins et le Permien inférieur par des strates marines clastiques avec occasionnellement des lits de calcaires dans le T'ien-chan (nord-ouest de la Chine) ; le Permien supérieur comprend surtout des dépôts clastiques continentaux.

En Mongolie, le Permien inférieur est représenté à peu près partout par des roches volcaniques avec des coulées rhyolitiques, dacitiques et, localement, andésitiques et des roches pyroclastiques associées à des roches clastiques marines et continentales. Ces dépôts contiennent la flore *Paracalamites sibiricus*, *P. planicostatus*, *Noeggerathiopsis derzavini*, *N. sibirica*, *Cordaicarpus*, etc. Les dépôts marins du Permien inférieur s'étendent dans l'est, le sud-ouest et l'extrême sud de la Mongolie ; dans les régions du sud-ouest (Altaï Gobi) et de l'est, ce sont des dépôts marins terrigènes, grès et siltstones et quelques conglomérats et calcaires. Ils contiennent *Hexagonella*, *Cyathaxonia*, *Lophophyllidium*, *Goniocladia*, *Diplopolaria*, *Streptorhynchus* et *Uncinunellina timorensis*. Dans le sud du Gobi, le Permien inférieur est représenté par des cherts, grès, quelques roches basiques volcaniques et calcaires, avec des foraminifères de cet étage.

Les dépôts terrigènes marins du Permien supérieur affleurent sur de vastes régions dans le centre et le nord-est de la Mongolie. Ce sont surtout des grès, siltstones et conglomérats accumulés à l'intérieur d'un vaste bassin allongé dans la direction sud-ouest-nord-est. Dans les régions les plus au sud, le Permien supérieur est représenté par des roches marines clastiques et des calcaires à *Streptorhynchus*, *Marginifera*, *Anidanthus*, *Spiriferella*, *Fenestella*, *Hexagonella*, *Dyseritella*, etc. Le Permien supérieur se présente en affleurements dispersés dans le reste du pays ; ce sont généralement des dépôts clastiques du type molasse, surtout continentaux, parfois mixtes, marins et continentaux, associés localement avec des lits de charbon et des roches volcaniques acides intermédiaires qu'on rencontre sur de vastes étendues en Mongolie du Nord. Ces roches contiennent la flore *Pecopteris*, *Callipteris*, *Crassinervia*, *Prynodacopteris*, *Paracalamites*, *Noeggerathiopsis mitinaensis*, *Paraschizoneura*, etc.

#### Paléozoïque non différencié

En Iran, une succession de roches paléozoïques, en partie non différenciées et ainsi représentées sur la carte, comprend généralement des dolomites, shales, cherts et quelques calcaires infracambriens, des grès pourpres du Cambrien inférieur, la formation de Mila et des shales, calcaires et dolomites du Cambrien moyen et supérieur ; dans l'est de l'Iran (au nord de Kerman), cette formation est remplacée par des couches rouges. Dans la partie est de l'Iran, au-dessus de ces couches, on trouve des calcaires marins ordoviciens et siluriens, des shales et quelques grès et dolomites, auxquels succèdent des roches carbonatées du

Dévonien. Dans d'autres parties de l'Iran, à la formation de Milan succèdent des roches du Paléozoïque supérieur qui, dans le nord-est du pays, sont des calcaires, quartzites et shales du Dévonien supérieur-Permien. Ailleurs, y compris dans les parties est, centrale (sud de Kachan) et sud-ouest de l'Iran (Chaîne de Zagros), on trouve des quartzites, grès et shales carbonifères, auxquels succèdent généralement des calcaires carbonifères-permiens et permiens et des dolomites, qui comprennent parfois des strates charbonneuses du Trias inférieur et moyen.

Les dépôts paléozoïques non différenciés de l'Afghanistan comprennent des roches, généralement fortement déformées et diversement métamorphisées, dont l'âge s'étend de l'Ordovicien au Carbonifère. Ce sont surtout des schistes, phyllites, grès, calcaires, quartzites et, localement, des micaschistes. C'est dans l'est (près de Kaboul et de Jalalabad) et le nord-est de l'Afghanistan que les couches de l'Ordovicien et du Silurien ont pris de l'extension. Les calcaires ordoviciens et les quartzites contiennent des trilobites et brachiopodes, les dépôts siluriens, des conodontes et orthocératites. On rencontre des sédiments marins du Dévonien dans les régions de l'est (au sud de Kaboul), du centre et de l'ouest du pays ; au nord de la partie centrale de l'Afghanistan, elles contiennent un peu de gypse et de sel. Parmi les fossiles on trouve *Spirifer*, *Zaphrentis* et des trilobites. Les dépôts carbonifères sont très répandus. Ils contiennent parfois des brachiopodes, crinoïdes et fusulinides.

Au Pakistan-Occidental, dans la région de l'Hindu-Kuch le Paléozoïque est représenté par des roches métamorphiques et volcaniques. Le groupe de Darkot (Carbonifère-Permien) s'y insère.

Au Cachemire, la série non fossilifère de Tanawal composée de phyllites, quartzites, schistes quartzites, schistes quartziques et conglomérats est comprise dans cette subdivision.

Dans le nord de la partie centrale du Népal (Himalayas tibétains ou de Téthys), les roches paléozoïques sont représentées par des calcaires gris foncé, dolomites et shales à graptolites siluriens, auxquels succèdent des calcaires fossilifères du Carbonifère-Permien riches en brachiopodes, coraux et bryozoaires (dont *Fenestella*). Dans les Himalayas inférieurs, au sud du Népal, les roches carbonatées prédominent dans le Paléozoïque avec quelques shales, quartzites et phyllites.

Dans la partie centrale du Laos et du Viêt-nam, le Paléozoïque est représenté par des schistes, ardoises et roches carbonatées non fossilifères qui se situent au-dessous de l'Indosinias inférieur.

Au sud de la partie centrale de la Chine (Si-k'ang, Sseu-tch'ouan occidental et Ts'ing-hai méridional), il existe une séquence géosynclinale paléozoïque non différenciée de roches clastiques marines et de calcaires, avec quelques conglomérats et des roches volcaniques. Ces roches sont en général plissées et localement métamorphisées. Dans le nord de la Manchourie (nord-est de la Chine), des dépôts paléozoïques non différenciés comprennent surtout des calcaires, shales et quelques grès dont l'âge varie entre le Précambrien-Ordovicien et le Carbonifère-Permien.

A Taiwan, le Paléozoïque est représenté par des gneiss, schistes sériciteux, schistes verts et calcaires cristallins affleurant dans la chaîne centrale. Quelques

fusulinides permien (*Neoschwagerina*, *Schwagerina*) ont été trouvés dans les calcaires cristallins et dans le complexe métamorphique.

Au Japon, les roches métamorphiques de Hida, Sangun, Ryoke et Sambagawa sont représentées sur la carte comme des roches paléozoïques non différenciées. Les roches métamorphiques de Hida et Ryoke (gneiss et schistes) indiquent un métamorphisme régional du type basse pression-haute température. L'âge des roches d'origine de l'unité métamorphique de Hida n'est pas connu. Pour l'unité de Ryoke, c'est le Carbonifère-Permien. Les schistes cristallins de Sangun et de Sambagawa sont du type haute pression - basse température et leurs roches d'origine appartiennent au Paléozoïque.

## PALEOZOIQUE - MESOZOIQUE

### Carbonifère-Trias

Le système Gondwana de l'Inde est compris dans cette subdivision bien qu'il s'étende jusqu'au début du Crétacé. Cette séquence puissante, qui comprend surtout des roches clastiques, est divisée en deux parties : la flore *Glossopteris* caractérise la partie inférieure qui va de la fin du Carbonifère au début du Trias (Scythien) et la flore *Ptylophyllum* caractérise la partie supérieure qui va du Trias moyen (Anisien) au début du Crétacé. A la base de ce système, la formation de Talchir Boulder (grès, shales et tillites) témoigne d'une glaciation de la fin du Carbonifère. Les conditions humides qui ont suivi la glaciation ont favorisé le développement d'une végétation luxuriante, suivi du dépôt de la série de Damuda (composée surtout de grès feldspathiques et de grès), d'environ 2 400 mètres d'épaisseur. Elle contient de nombreux filons houillers. Des conditions climatiques arides ayant suivi, les grès rouges et bigarrés, argiles et shales des séries de Panchet, de Mahadeva et d'autres séries analogues se sont déposées ; elles contiennent des vestiges de reptiles et d'amphibiens. Les intrusions basiques, en général des lamprophyres, sont communes dans les roches du Gondwana inférieur.

Au Pakistan-Occidental et en Inde, après l'orogénie hercynienne, une partie du Cachemire, Hazara et du nord-ouest des Himalayas formèrent de hautes terres. L'activité volcanique de la région a produit des agglomérats et autres roches pyroclastiques de la série agglomératique, puis des coulées de laves andésitiques et basaltiques (série volcanique de Pir Panjal). Cette activité volcanique a commencé entre le milieu et la fin du Carbonifère et s'est poursuivie jusque vers la fin du Trias comme le montrent les coulées de laves intercalées dans des strates triasiques. Les ardoises agglomératiques sous-jacentes, bien qu'en général non fossilifères, contiennent parfois des fossiles bien conservés dont *Spirifer*, *Dielasma*, *Protoretepora*, *Lima*, etc. Imbriquées dans les strates pyroclastiques, on rencontre quelques formations contenant des plantes fossiles du Gondwana inférieur, *Gangamopteris*, *Vertebraria*, etc. Dans la chaîne de l'Hindu-Kuch, dans le nord du Pakistan-Occidental, les complexes de roches vertes du Carbonifère-Trias comprennent des roches volcaniques sédimentaires et métasédimentaires.

Au Laos et au Viêt-nam, les strates de l'Indosinias inférieur, dont l'âge s'étend du milieu ou de la fin du Carbonifère au milieu du Trias, sont

constituées surtout de grès et shales, avec des grès feldspathiques, shales calcaires, calcaires sableux, etc., lardés de calcaires massifs à brachiopodes et fusulinides de la fin du Carbonifère et du Permien. L'Indosinias inférieur est fréquemment imbriqué dans de grandes masses de laves andésitiques, dacitiques et rhyolitiques, tufs et brèches. En de nombreux endroits, et en particulier dans l'ouest du Laos, dans le nord-ouest du Viêt-nam et au nord de la partie centrale de la République khmère, on observe aussi des intrusions et des coulées de porphyrites, gabbros et dolérites (qui sont représentées sur la carte comme des roches intrusives basiques du Paléozoïque) dont l'âge s'étend du Carbonifère-Permien au début du Permien. Certaines de ces roches sont même plus anciennes.

En Chine, des dépôts carbonifères triasiques non différenciés se rencontrent au Nan-chan, nord de la partie centrale de la Chine ; ils comprennent surtout des formations carbonifères et des roches clastiques continentales. On trouve quelques calcaires à la partie inférieure.

En Mongolie, cette classification est représentée par des dépôts terrigènes du Carbonifère moyen et du Trias inférieur dans une série monotone de flysch composée surtout de grès et siltstones. Ces dépôts se sont développés à l'extrême nord-est du pays, le long de la frontière de l'URSS.

En Corée, dans le système de Pyongyan, on trouve à la base des couches de Moscovien (Carbonifère supérieur) surmontées de dépôts du Permien inférieur. Tous ces dépôts sont d'origine marine. Les couches suivantes jusqu'au Trias ont leur origine dans des eaux peu profondes ou une origine terrestre. Les faunes marines sont représentées par *Fusulinella*, *Fusulina* et *Pseudoschwagerina*. La flore du Permien inférieur par *Lepidodendron*, *Pecopteris*, *Pterophyllum*, *Cordaites* et *Noeggerathiopsis*. Les roches triasiques contiennent *Neocalamites*, *Thinnfeldia*, *Gigantopteris*, *Labatannularia*, etc.

Dans la partie nord-ouest de Bornéo<sup>1</sup>, le Carbonifère-Trias comprend les shales, conglomérats, grès et quelques roches pyroclastiques des formations de Terbat et de Sadong.

On classe également ici les dépôts non différenciés du Carbonifère-Crétacé de l'Irian occidental qui comprennent les formations de Aifam (Carbonifère-Permien), de Tipoema, Brug (Trias-Jurassique) et de Kembelangan (Jurassique-Crétacé), formations très étendues dans la partie nord de Vogelkop, dans le nord-ouest de l'Irian occidental.

#### Permien-Trias

En Afghanistan, les calcaires, grès et shales non différenciés du Permien-Trias sont très répandus dans la partie méridionale du pays ; les calcaires du Permien et du Trias forment une succession continue. Dans le nord de l'Afghanistan, le Permien-Trias est représenté surtout par des grès et des roches volcaniques dont les affleurements sont dispersés.

Dans le sud-est de la Chine, cette subdivision comprend surtout des calcaires marins et shales, avec du charbon, datant du milieu du Permien et de

1. Le terme géographique de Bornéo est utilisé dans cette "Notice" pour désigner Brunei, le Kalimantan indonésien et la Malaysia orientale.

la fin du Trias ; les formations continentales apparaissent au sommet de cette séquence. Dans la partie est de la Chine (Chan-tong, Hou-pei et Chan-si), le Permien-Trias est représenté par des grès rouges continentaux, shales, conglomérats avec un peu de charbon. Dans le nord de la partie centrale de la Chine, dans le Nan-chan, on trouve, dans la partie inférieure, des roches clastiques marines et continentales imbriquées, tandis que dans la partie supérieure ce sont les roches clastiques continentales qui prédominent.

Dans l'ouest du Ts'in-ling-chan et dans l'est du Kouen-louen-chan (Chine centrale), la séquence géosynclinale Permien-Trias est composée de roches clastiques marines et de calcaires.

En Mongolie, cette unité comprend des dépôts terrigènes marins du Permien supérieur-Trias, surtout des grès, shales et quelques conglomérats qui affleurent dans le Gobi oriental.

#### Mésozoïque-Paléozoïque non différencié

En République khmère au Laos et au Viêt-nam, cette subdivision comprend l'Indosinias non différencié, séquence très étendue où les dépôts continentaux dominent et dont l'âge varie du Carbonifère récent au Crétacé ; ce sont surtout des faciès lagunaires et fluviaux avec parfois des strates néritiques intercalées et avec une extension moindre des bancs de charbon, coulées de laves et tufs.

Dans l'Irian occidental, les roches non différenciées du Cambrien-Jurassique apparaissent dans les formations de Kariem, Aifam, Tipoema et Brug. Elles se sont étendues sur les pentes méridionales et dans les piémonts de la chaîne centrale. Les observations sont rares, les roches sont fortement plissées et faillées et, de ce fait, une subdivision plus détaillée n'est guère possible. La présence de galets contenant des fossiles du Silurien et du Dévonien dans les rivières qui coulent au sud de la chaîne centrale indique l'existence de strates siluriennes et dévoniennes dans les pentes sud.

### MESOZOIQUE

#### Trias

En Iran la séquence triasique débute en général avec des couches minces de calcaires caractéristiques et des shales calcaires qui contiennent des lamelli-branches assez mal conservés et d'abondantes traces de vers datant du début du Trias (Scythien). Puis viennent des dolomites et des calcaires attribués au Trias moyen, quoique dépourvus de fossiles caractéristiques, recouverts à leur tour par une couche d'au moins 2 800 mètres d'épaisseur de grès, shales et de lits minces de calcaires. Cette couche contient une faune riche en coraux, lamelli-branches et gastéropodes qui indiquent la fin du Trias (Norien-Rhétien). Une séquence du Trias très différente apparaît dans le nord-est de l'Iran, dans le secteur oriental de la chaîne de Kopet Dagh. Elle comprend des shales, grès, lits de charbon, conglomérats, calcaires et un matériel volcanique abondant et contient une faune de céphalopodes d'un âge intermédiaire entre le milieu et la fin du Trias.

Dans le nord de l'Afghanistan, le Trias inférieur est représenté par des calcaires, shales et grès. Les calcaires du Trias moyen sont recouverts par des grès du Trias supérieur. S'y intercalent des conglomérats, graviers, argillites et calcaires et quelques lentilles de tufs, basaltes et porphyrites. Des roches marines clastiques et carbonatées constituent la séquence triasique du centre et de l'est de l'Afghanistan. Les fossiles triasiques suivants ont été reconnus : *Meekoceras*, *Ophiceras*, *Megalodon*, *Dicerocardium*, *Ceratites* et *Daonella*.

Dans le nord du Pakistan-Occidental, les roches triasiques, à l'ouest de Rawalpindi, sont représentées par une succession de calcaires et dolomites, avec quelques grès et shales.

En Inde, la coupe la plus complète du Trias marin himalayen affleure dans la région de Spiti où le système de Lilang (calcaires noirs et shales) recouvre en concordance les couches du Permien ; on observe cependant un changement brusque dans la faune et une disparition complète des brachiopodes permien. Les formations du Trias inférieur (Scythien) contiennent *Otoceras*, *Ophiceras*, *Meekoceras* et *Hedenstroemia*, celles du Trias inférieur (Anisien-Ladinien), *Rhynchonella*, *Siberites* et *Daonella*, celles du Trias supérieur (Carnien), *Halobia*, *Spiriferina* et *Tropites* et celles du Norien, *Juvanites*, *Monotis* et *Megalodon*. On sait que des roches de cette époque sont très abondantes dans l'Himalaya. Elles ont été étudiées dans le Painkhand (Kumaon), le Byans, le Cachemire, le Sikkim et Johar. Dans la région de Kumaon (Himalaya), une séquence triasique, où dominent les roches carbonatées, est divisée en quatre unités principales qui sont, de haut en bas, les calcaires de Kioto, les shales de Kutti, les calcaires de Kalapani et la série "Chocolat". Au Cachemire, le Trias est bien représenté par des calcaires fossilifères avec quelques shales. Il contient une riche faune de brachiopodes, ammonites et céphalopodes appartenant au Trias ancien, moyen ou récent.

En Birmanie, les shales, marnes sableuses, grès et calcaires des formations de Napeng contiennent des pélicypodes du Rhétien. On rattache le calcaire de Kamawkala au Norien. Les calcaires sombres de Karennia à *Halobia* et *Monotis* sont triasiques.

En Thaïlande, le Trias est représenté par le groupe de Lampang, qui comprend des grès marins et non marins, shales, conglomérats et lambeaux calcaires, avec couches rouges et des roches volcaniques ; il contient *Halobia* et *Daonella*. Ces roches affleurent surtout dans la partie nord de la Thaïlande, mais on les rencontre aussi dans la partie péninsulaire du pays où elles s'étendent vers le sud jusqu'à la Malaysia orientale. Dans le nord-ouest du pays, les couches rouges continentales du Trias supérieur, qu'on trouve à la partie inférieure du groupe de Khorat, recouvrent en discordance des roches paléozoïques plissées le long de la bordure orientale du plateau de Khorat.

Dans la partie nord du Viêt-nam, à l'est de la vallée du fleuve Rouge, les dépôts marins du Trias, constitués surtout par des shales, grès et lambeaux calcaires avec intercalations de roches volcaniques acides, s'échelonnent du Scythien au Carnien. Le Norien supérieur et le Rhétien contiennent des formations houillères continentales. A l'ouest du bassin du fleuve Rouge, les roches triasiques comprennent une séquence (Trias inférieur - Trias supérieur) de marbres, shales, grès, avec des lambeaux de cherts et calcaires associés à des roches volcaniques basiques et intermédiaires. On peut détailler la classification

des roches triasiques marines de cette région en se basant sur les zones d'ammonites.

Dans la plus grande partie du Laos, et dans la partie sud du Viêt-nam et de la République khmère. le Trias inférieur est représenté surtout par la partie supérieure de l'Indosinias. On y trouve des roches pyroclastiques à andésite, dacite ou rhyolite et des laves provenant d'éruptions qui se sont produites sur de grandes étendues. Dans la partie nord-est du Laos, certains fossiles, dont l'âge se situe entre l'Anisien et le Norien, se rencontrent dans les shales marins du Trias, les marnes, les shales sableux, les grès et dans quelques calcaires. Le Norien marin est recouvert par des bancs de roches rouges datant du Rhétien-Norien récent (Indosinias moyen), auxquels se substituent localement des couches de faciès lagunaire. Un volcanisme à rhyolites s'est prolongé jusqu'au Carnien et parfois jusqu'au Norien.

Les couches du Trias marin sont très étendues sur le nord et le nord-ouest du Laos. Bien qu'on y trouve, quoique rarement, des shales scythiens, les principales formations marines datent du Carnien-Norien et contiennent des shales, marnes et calcaires fossilifères (*Halobia*, *Placites*, *Trachyceras costulatum*, *Discotropites* cf. *sandlingensis*, *Anodontophora munsteri*, etc.). Le Trias marin est recouvert par des dépôts continentaux de l'Indosinias moyen. Dans le sud du Viêt-nam et en République khmère, le Trias marin se retrouve dans l'Indosinias en bancs fossilifères de grès, shales, marnes et calcaires ; parmi les horizons fossilifères connus figurent tous ceux du Trias. Au Laos, en République khmère et dans le sud et le centre du Viêt-nam, des dépôts continentaux du Trias supérieur appartenant à l'Indosinias moyen affleurent sur de grandes étendues : ce sont des grès, shales sableux, shales rouges et marnes avec quelques conglomérats et brèches. Des strates marines ou lagunaires s'intercalent souvent dans ce faciès continental. L'Indosinias moyen repose en discordance sur le Trias marin (Norien) et sur des strates plus anciennes dans lesquelles se sont intercalées des couches marines fossilifères du Norien récent. La partie supérieure de l'Indosinias moyen, représentée par des couches rouges sans fossiles, est sans doute de l'âge du Lias.

Les dépôts de sédiments ne semblent avoir été continus qu'en quelques endroits isolés et les roches du Permien supérieur au Trias inférieur représentent une période durant laquelle aucun dépôt ne s'est produit sur toute l'étendue de la Malaysia occidentale. Lorsque les dépôts se sont accumulés au cours du Trias ancien, les sédiments sont analogues à ceux du Permien, avec prédominance de calcaires, shales et roches pyroclastiques. Vers le milieu du Trias, toutefois, le processus de dépôt a changé et, sur tout le pays, c'est le flysch qui apparaît. Les roches volcaniques sont communes, avec prédominance de tufs acides, spécialement dans le sud de la partie centrale de Pahang. Les lamellibranches, les ammonites et les conodontes sont les fossiles les plus communs et l'abondance des ammonites a permis de définir des étages du Trias allant du Scythien au Carnien.

A Bornéo, le Trias est représenté à la fois par des roches sédimentaires et des roches volcaniques. Les fossiles *Monotis salinaria*, *Halobia*, etc., laissent supposer que ces couches appartiennent au Trias supérieur (Norien).

Dans les îles d'Indonésie, les roches du Trias reposent en discordance sur des roches du Carbonifère-Permien ou des roches plus anciennes. Dans les îles

orientales (Misool, Céram, Buru, Célèbes et Butung), ces roches sont composées de calcaires, grès, marnes et argiles, contenant de nombreuses espèces de *Daonella*, *Halobia*, etc. A Timor, les dépôts du Trias sont caractérisés par de rapides changements de faciès et comprennent des grès, calcaires, calcaires oolithiques, shales, marnes, cherts et quelques tufs. Elles contiennent une riche faune d'ammonites, brachiopodes, pélécy-podes, gastéropodes et foraminifères, qui indiquent un âge compris entre le Trias ancien et récent. A Sumatra, le Trias est représenté par des shales, grès et calcaires qui contiennent *Cardita*, *Myophoria*, etc.

Au Japon, la série du Trias recouvre le Permien en général, sans concordance, ou la divise en deux parties, inférieure et supérieure, la démarcation étant la limite entre le Ladinien et le Carnien. Leurs faciès présentent un contraste saisissant, laissant supposer un mouvement orogénique. La partie inférieure a un faciès similaire au flysch tandis que la partie inférieure est représentée par des molasses. Les fossiles sont : *Pecten ussuricus*, *Monophyllites wengensis*, *Dictyoconites nipponicus*, *Eumorphotis multiformis*, *E. shikokuensis*, *Daonella kotoi*, *D. yoshimurai*, *Monotis (Entomonotis) ochotica*, *Minetrigonea kataymali*, etc.

Dans la partie sud-est de la Chine, les calcaires du Permien supérieur passent, par endroits, imperceptiblement au Trias inférieur. Des shales contenant *Pseudomonites* aff. *greisbachi* remplacent parfois la partie inférieure du calcaire, mais, ailleurs, le calcaire est impur et contient des fossiles du Trias inférieur dont *Myophoria*, *Ophiceras*, *Clypeoceras*, *Meekoceras*, *Xenodiscus* et *Sibirites*. Le Trias moyen est composé de calcaires, marnes et grès contenant *Entrochus liliiformis*, *Tirolites*, *Dinarites*, *Halobia*, etc. Le Trias supérieur est surtout représenté par des dépôts continentaux avec *Cladophlebis*, *Taeniopteris*, *Dictyophyllum*, *Podozamites*, etc. Dans la partie sud du Kouang-tong, le Trias comprend surtout des roches clastiques continentales. Dans l'ouest du Yun-nan et le sud-est du Si-k'ang, une séquence géosynclinale de roches du Trias est composée de roches clastiques alternativement marines et continentales, de calcaires et de quelques roches volcaniques. Dans le centre-est et le nord-est de la Chine (Ordos, Chan-si, Ho-pei, Chan-tong, Hou-pei et Kiang-si), tous les dépôts du Trias sont continentaux et souvent dépourvus de fossiles. Ce sont des grès rouges et verdâtres, conglomérats et shales ; dans le Ho-pei, on rencontre aussi des coulées de lave basique dans la partie supérieure. Les parties moyenne et supérieure de la formation de Yen-Chang (Trias supérieur) sont essentiellement composées de grès et sont pétrolifères ; cette formation contient la flore *Schizoneura gondwanensis*, *Thinnfeldia*, *Noeggerathiopsis*, *Ginkgo*, etc. Dans la vallée inférieure du Yang-tseu, les grès et shales (avec un peu de charbon) du Trias supérieur contiennent *Cladophlebis*, *Taeniopteris*, *Dictynophyllum*, *Podozamites*, etc. Dans le Ts'in-ling-chan, les grès, conglomérats et shales (avec quelques filons de charbon) du Trias ont été métamorphisés et fortement déformés. Dans l'ouest du Sin-kiang et dans les régions du nord-ouest, le Trias est aussi représenté par des dépôts clastiques continentaux. Les shales et calcaires marins du Trias forment une série géosynclinale dans les Himalayas et des formations épicontinentales au Tibet.

En Mongolie, dans la plupart des régions, les dépôts du Trias sont généralement continentaux ; ils contiennent surtout des grès, siltstones et quelques conglomérats, souvent associés à grands volumes de roches volca-



niques : laves basaltiques, andésitiques, trachyandésitiques et dépôts pyroclastiques dans les régions du nord et du centre, et coulées d'andésite, dacite, rhyolite et tufs dans d'autres régions ; dans le nord (vallée de la Selenga) et le centre de la Mongolie, elles constituent une partie prédominante de la séquence et sont étroitement associées aux intrusions acides et basiques (calcium) du début du Mésozoïque. Les dépôts continentaux du Trias de Mongolie contiennent la flore suivante : *Taeniopteris*, *Cladophlebis*, *Sphenopteris*, *Neocalamites*, *Schizoneura*, etc. Des dépôts marins terrigènes du Trias ont été reconnus dans les régions de l'extrême nord-est du pays près de la frontière avec l'URSS.

### Trias-Jurassique

Dans la Salt Range et la Trans-Indus Range du Pakistan-Occidental, cette subdivision comprend le calcaire de Samana Suk et la formation de Datta, tous deux jurassiques, ainsi que les roches triasiques représentées par la dolomite de Kingriali, le grès de Khatkiara et les formations de Landa, Narmia et Mittiwali, cette dernière étant équivalente aux anciennes formations à cératites. Il faut aussi comprendre dans ces régions les affleurements étroits et inséparables de la formation de Chichali (Jurassique supérieur - Crétacé inférieur) et le groupe de Zaluch (Permien). Dans la région de Quetta, la formation de Wulgai est triasique. La formation de Shiranob qui affleure au Baloutchistan et dans la ceinture axiale centrale à l'ouest du bassin de l'Indus est constituée de calcaires et de shales interlités ; bien qu'elle contienne des fossiles permien à la base, elle est en partie triasique, mais surtout jurassique ancien.

L'âge des roches du Gondwana supérieur de l'Inde s'étend du milieu du Trias (Muschelkalk) au début du Crétacé. On inclut dans ces roches les séries de Mahadeva, Rajmahal et Jabalpur. Certaines de ces formations contiennent localement des filons de charbon, de qualité inférieure. La flore à *Glossopteris* du Gondwana inférieur, plus ancienne, est remplacée par la flore à *Ptylophyllum*. Les couches de Umia les plus élevées, qui sont probablement du Barrémien (Crétacé inférieur), contiennent *Plésiosaurus indica*. Des dépôts marins aptiens leur succèdent. Les équivalents marins des Gondwanas supérieurs se rencontrent en certains endroits le long de la côte orientale.

En Thaïlande, la partie inférieure de la série de Khorat comprend les formations de Phu Kradung, Nam Phong et Huay Hin Lat. Près de la base de la séquence, on a recueilli des plantes fossiles dans les grès calcaires et les siltstones intercalés avec prédominance de conglomérats, qu'on a datés de la fin du Trias ou du Rhétien-Lias. Des fragments de plantes et du bois pétrifié ont été retirés des siltstones et grès de la formation de Phu Kradung, ce qui permet de la dater du début du Jurassique. Dans la partie médiane de la série de Khorat, ou dans la formation de Phra Wihan, qui comprennent les formations de Sau Khau et de Phu Phan, les grès, conglomérats, siltstones et des shales prédominent. Des fossiles de mollusques et de reptiles datent la formation de Sau Khau du Jurassique moyen, tandis que la formation non fossilifère de Phu Phan est datée de la fin du Jurassique.

Dans la partie est de la République khmère, on trouve des intercalations marines du Trias-Lias, surtout dans les roches non fossilifères qui prédominent dans l'Indosinias. Les horizons marins se prolongent jusqu'au Lias supérieur. Les dépôts marins sont surtout des grès, shales et marnes et parfois des calcaires ; ils

contiennent des ammonites et des brachiopodes, dont l'âge s'étend du début du Trias (y compris le Scythien) jusqu'à la fin du Lias (Taorcien).

Dans l'Irian occidental, ce groupe est représenté par les formations de Tipoema et de Brug, qui appartiennent probablement au Trias et au début du Jurassique. La formation de Tipoema contient des roches clastiques rouges et des roches carbonatées très dispersées et la formation de Brug consiste en dolomites oolithiques qui affleurent dans la partie orientale de la chaîne centrale.

Dans l'est et le centre du Yun-nan, en Chine méridionale, cette subdivision comprend des dépôts du Trias supérieur - Jurassique, des filons de charbon dans la partie inférieure et des roches rouges dans la partie supérieure. Dans l'ouest et le sud du Yun-nan, les roches clastiques alternativement marines et continentales leur succèdent, avec quelques calcaires, et, localement, des roches volcaniques. En Dzoungarie (nord-ouest de la Chine), le Trias-Jurassique est représenté essentiellement par des dépôts clastiques continentaux avec un peu de charbon.

Dans le nord de la Mongolie (au nord de la vallée de la Selenga), cette subdivision est représentée par des grès et des conglomérats du Trias-Jurassique inférieur associés à d'importantes coulées d'andésite et de rhyolite et à de grandes masses de tufs et d'agglomérats.

### Jurassique

En Iran, la partie inférieure de la série jurassique se rencontre surtout dans les régions centrale, septentrionale et orientale du pays. Les faciès à grès houiller et à shale appartiennent surtout au Lias, mais ils persistent parfois jusqu'au Jurassique moyen. Les lits marins fossilifères du début du Jurassique se rencontrent en couches minces de grès et calcaires à ammonites intercalées dans les séries de roches à flore fossile ; c'est dans la région de Kerman qu'on rencontre la série la plus ancienne, qui est du début du Lias. Les dépôts calcaires sont prédominants dans les étages supérieurs du Jurassique moyen et dans le Jurassique supérieur. Aux calcaires du Jurassique supérieur de la région de Kerman Tabas sont associées des évaporites.

Dans le nord de l'Afghanistan, le Jurassique inférieur est représenté surtout par des shales charbonneux dans lesquels s'intercalent des siltstones et des grès et quelques bancs de charbon. Le Jurassique moyen est représenté surtout par des grès, argiles et conglomérats. Les shales et grès du Jurassique supérieur contiennent du calcaire et des dolomites. Dans l'ouest de l'Afghanistan, le Jurassique comprend des calcaires oolithiques tandis que, dans les régions du centre du pays, on rencontre des argiles, grès et roches calcaires. Dans le sud de l'Afghanistan, ce système est représenté par des argiles foncées et des shales qui contiennent localement des calcaires et des coraux.

Au Pakistan-Occidental, le Jurassique comprend le groupe de Winder et la formation de Zidi dans le sud de la ceinture axiale (à l'ouest du cours inférieur de l'Indus), formés essentiellement de calcaires avec alternances de lits de shale. Dans les parties centrale et septentrionale de la ceinture axiale, le Jurassique comprend le groupe calcaire de Sulaiman et la formation sous-jacente de Spingwar. Dans la Salt Range, le calcaire de Samana Suk et la formation de Datta sont jurassiques.

Dans la région himalayenne de l'Inde, des dépôts jurassiques ont une certaine extension dans la vallée de Spiti, où le calcaire à mégalodon (Trias-Jurassique) est recouvert par des couches d'oolite ferrugineuse contenant *Belemnites sulcatus* en abondance. Celles-ci, à leur tour, sont surmontées en discordance par les shales de Spiti qui contiennent *Belemnites gerardi*, *Perisphinctes oppelia*, *Hoplites* et *Holcostephanus* (*Spiticerus*), et datent de l'Oxfordien au Tithonique. Les parties supérieures des shales de Spiti, désignées sous les noms de "Lochambal Beds", contiennent aussi *Hoplites* (*Neocomites*) *neocomensis* et *Acanthodiscus subradiatus*, ce qui les classe dans le Néocomien. A l'est de la haute vallée du Gange, dans les Himalayas, la quartzite de Tal (constituée surtout de quartzites, shales et calcaires) recouvre la série de Krol. Elle contient des mollusques et des coraux. Il se peut qu'elle représente le Jurassique, voire une partie du Crétacé.

Le Jurassique de la région de Kutch, en Inde, est représenté à la partie inférieure, surtout par des shales, grès et calcaires marins. La partie supérieure, au contraire, n'est pas en général d'origine marine et ne contient aucune flore. Parmi les fossiles, on trouve *Macrocephalites*, *Reineckeia*, *Perisphinctes*, *Peltoceras*, *Tarammelliceras*, *Torquatisphinctes*, *Waagenia*, *Phylloceras*, *Cladophlebis* et *Colombiceras*. Les roches jurassiques qu'on rencontre à Bikaner et Jaisalmer dans le Rajasthan comprennent des grès, calcaires, shales et conglomérats à ammonite.

A Ceylan, le Jurassique est représenté par des dépôts d'eau douce, principalement des grès, argiles et conglomérats. On leur attribue l'âge du Gondwana supérieur, bien qu'aucun affleurement de roches crétacées n'ait été découvert.

Le Jurassique de Birmanie comprend la série de Namyau, composée de grès rouge, conglomérats, shales et parfois bancs de calcaire à brachiopodes et à lamellibranches, du Bathonien (*Burmihynchia*, *Terebratula*, *Pecten*, etc.) ; il comprend aussi les shales, grès et filons de charbon de la série de Loi-an et les grès rouges des régions de Tenasserim et Kalaw ("Red Beds" de Kalaw). La flore de ces formations comprend les espèces *Ginkgoites*, *Cladophlebis*, *Pagiophyllum*, *Brachyphyllum* et *Podozamites*.

L'histoire de la sédimentation marine dans la partie est de l'Indochine s'achève avec les dépôts marins du Lias dans l'est de la République khmère et le sud du Laos et le centre et le sud du Viêt-nam. Dans l'est de la République khmère et le sud du Viêt-nam, des roches marines liasiques s'intercalent dans les grès et shales (en général non fossilifères) de l'Indosinias moyen. Les dépôts marins contiennent l'ammonite *Coroniceras multicoatum*. Dans le sud du Laos, divers horizons marins de grès marneux et de calcaire se rencontrent, alternant avec les couches de roches rouges de l'Indosinias inférieur. On y trouve des ammonites et lamellibranches caractéristiques. Dans le centre du Viêt-nam, les shales et grès marins avec intercalations de calcaire sont riches en ammonites, lamellibranches et gastéropodes.

En Indonésie, les roches jurassiques de la partie ouest de l'archipel sont généralement métamorphisées ; à Sumatra, elles sont constituées de phyllites et de schistes altérés, contenant quelques belemnites, coraux et pélecypodes. A Java, on attribue sans certitude au Jurassique, des schistes qui contiennent des roches volcaniques basiques et des cherts à radiolaires. A Misool, le Jurassique

comprend des shales à *Macrocephalus*, *Oppelia*, *Stephanoceras*, *Inoceramus*, *Aucella*, etc., auxquels succèdent des calcaires de grande profondeur et des tufs à *Radiolaria*, *Cadosina* et *Stomiosphaera*.

Dans l'ouest de Bornéo, les grès, shales et calcaires jurassiques contiennent une faune assez riche d'ammonites, dont *Reineckia*, les pélécy-podes *Mytilus*, *Cardium*, *Pecten*, *Ostrea* et *Pholadomya*, des coraux et vestiges de plantes. La formation dite de Danau avec ses cherts à radiolaires appartient peut-être au Jurassique.

Aux Philippines, on classe dans le Jurassique, les arkoses, sub-grauwackes et marnes de Mindoro qui sont associés avec des cherts à Busuanga et dans le nord de Palawan. Les fossiles comprennent *Myoporella*, *Orientalis*, *Heticocera*, etc.

Dans la ceinture intérieure du Japon, les dépôts jurassiques sont du type des bassins continentaux. Toutefois, le Jurassique supérieur est d'origine marine sur le versant du Pacifique et il contient des calcaires coralliens. A Hokkaïdo, le Jurassique, du type géosynclinal, est caractérisé par un volcanisme sous-marin basaltique. Les groupes de fossiles suivants sont représentés : algues, foraminifères, stromatoporoïdes, hydrozoaires, coraux, échinoïdes, lamellibranches, gastéropodes, brachiopodes, ammonites.

En Corée, les formations houillères du système de Taedong (Jurassique moyen) se sont déposées dans des bassins très dispersés et isolés qui ont survécu au plissement qui a fait suite au Trias.

En Chine, les sédiments marins argileux du Jurassique se rencontrent dans la province de Kouang-tong et à Hong-kong (*Hongkongites*). On a reconnu, dans l'ouest du Yun-nan, une séquence épaisse de calcaires et shales jurassiques marins. Les sédiments jurassiques marins s'étendent depuis les Himalayas jusqu'à la partie méridionale du Tibet, où des étendues considérables sont couvertes de calcaires, ardoises, quartzites et conglomérats avec des shales de Spiti à la partie supérieure de la séquence. Dans toutes les autres parties de la Chine, les strates jurassiques, qui sont très répandues, sont représentées par des dépôts continentaux ou d'eau douce lacustre, qui contiennent généralement du charbon et une abondante flore Angara à *Ptérozamites*, *Thyrsopteris*, *Hymenopteris*, *Dicksonia*, *Pterophyllum*, *Taxites*, *Todites*, *Podozamites*, etc. Ces dépôts sont parfois associés à des coulées volcaniques et des tufs qui couvrent des étendues considérables dans le nord-est (où les andésites prédominent) et au sud-est (où ils sont surtout rhyolitiques).

En Mongolie, les affleurements du Jurassique sont très dispersés. Ils sont généralement représentés par des dépôts essentiellement continentaux du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur qui se sont formés dans des dépressions tectoniques. Le Jurassique moyen comprend surtout des roches clastiques, grès, siltstones et conglomérats, avec localement du charbon. Ces roches contiennent *Coniopteris*, *Cladophlebis nebbensis*, C. ex. gr. *hoiburnensis*, *Carpolithus* et *Phaenicopsis*. Le Jurassique supérieur et, parfois, la partie supérieure du Jurassique moyen sont représentés surtout par des roches volcaniques (très répandues dans l'est de la Mongolie) et par des roches clastiques continentales. Les roches volcaniques andésitiques dominent dans la partie inférieure de la séquence et les roches dacitiques-rhyolitiques dans la partie supérieure. Les dépôts clastiques contiennent la flore *Gingkonites concinna*, *Carpolithus*

*cinctus*, *Equisetites*, *Coniopteris* ex. gr. *obrutschewi*, *Phaenicopsis* et *Podozamites*. Dans la vallée moyenne de la Selenga, dans le nord de la Mongolie, ce système est représenté surtout par des coulées rhyolitiques et des tufs du Jurassique inférieur, à la partie supérieure d'une séquence volcanique Trias-Jurassique inférieur.

#### Jurassique-Crétacé

En Iran, le Jurassique-Crétacé non différencié est représenté surtout par un faciès calcaire (calcaires, marnes, ardoises calcaires), bien que, dans les monts Zagros, les dépôts du Jurassique-Crétacé aient un faciès plus siliceux.

En Afghanistan, les dépôts du Jurassique-Crétacé non différencié comprennent surtout des calcaires et grès dans le sud-est du pays, tandis que les shales, marnes et calcaires prédominent dans le sud et le sud-ouest.

Dans l'ouest du Pakistan-Occidental (Waziristan), le Jurassique-Crétacé est représenté par des grès, calcaires, quelques marnes et shales.

En Inde, la série Umia de Kutch est composée de grès, conglomérats et shales. A la partie inférieure de la série, on trouve une faune tithonique à *Hibolites claviger*, *Ptychphylloceres tithonicum*, etc., et des couches à *Trigonia*, et, à la partie supérieure, une flore du début du Crétacé (Aptien).

L'Indosinias supérieur en République khmère, au Laos et au Viêt-nam comprend des terrains à faciès de terres rouges et des formations crétacées analogues à celles de Ban Na Yo et de Salt en Thaïlande. A la partie inférieure de l'Indosinias supérieur, on observe des séquences de grès massifs et, à la partie supérieure, une succession de formations rouges salifères. Dans le sud-ouest de la République khmère, l'Indosinias supérieur repose en discordance avec les plissements de l'Indosinias inférieur ; il est représenté essentiellement par des quartzites blanches ou roses massives et des grès dans lesquels s'intercalent shales et marnes. Les analyses de pollen provenant d'échantillons prélevés à la partie supérieure du groupe lui donnent comme âge le début du Crétacé. Dans l'est de la République khmère, le sud du Laos et dans les parties voisines du Viêt-nam, les grès recouvrent le Lias supérieur marin (Sinémurien-Toarcien) ; ils en contiennent des éléments intercalés.

Les couches continentales de la partie supérieure de l'Indosinias supérieur s'étendent dans le sud de la partie centrale du Laos (vers l'est à partir de Savannakhet), où l'on a reconnu la présence de gypse, de sel gemme et de fossiles du Crétacé, ainsi que des vestiges de plantes, des os de reptiles et les lamellibranches d'eau douce *Trigonoides*, *Plicatounio* et *Unio*.

En Malaysia occidentale, les dépôts continentaux jurassiques-crétacés sont représentés par le groupe de Gagau, qui contient des grès et conglomérats, des lambeaux de shales, grès, charbon et roches volcaniques, et une flore qui donne un âge compris entre la fin du Jurassique et le début du Crétacé.

A Bornéo, la série de Bau (shales, grès, cherts à radiolaires, grauwackes et quelques calcaires) contient des foraminifères *Pseudocyclamina lituus* et *Orbitolina birmanica* et date de la fin du Jurassique au début du Crétacé.

Des roches à *Ammobaculites*, *Nodosaria*, *Textularia*, etc., du début du Crétacé se rencontrent près de Bau.

Dans l'Irian occidental, la formation de Kembelangan appartient à cette subdivision. Très répandue dans les régions du nord-est et du centre, elle est constituée principalement par des strates clastiques marines qui contiennent des shales, grès, argiles, quelques phyllites, quartzites et roches glauconieuses, qui, localement, s'intercalent avec les calcaires subordonnés. D'après les fossiles *Stemmatoceras* cf. *frechi*, *Macrocephalites*, *Globigerina infracretacea*, *Globotruncana*, etc., la formation de Kembelangan appartient au Bajocien-Maëstrichtien, mais la présence de *Globorotalia velascoensis* dans les calcaires à la partie supérieure de la formation indique qu'elle s'est localement prolongée jusqu'au Paléocène (début du Tertiaire).

En Corée, le système de Kyongsang comprend la série inférieure de Naktong (sédiments terrigènes), la série moyenne de Silla (roches terrigènes et volcaniques) et le groupe supérieur de Pulguksa qui contient presque exclusivement des roches intrusives et quelques roches extrusives. Un ou deux filons de charbon se sont formés localement dans la série de Naktong, auxquels sont associés les fossiles *Unio*, *Melania*, *Conioptaria*, *Equisetites*, *Dictyozamites*, *Ginkgodium*, etc., qui donnent un âge compris entre la fin du Jurassique et le début du Crétacé. La série de Silla contient les fossiles *Filicales*, *Cycadites*, *Coniferales* et *Angiospermae*, qui permettent de la dater de la fin du Crétacé.

En Chine, les dépôts non différenciés jurassiques et crétacés, continentaux et lacustres, sont disséminés dans les bassins intérieurs et les grabens. Ils sont souvent associés à des roches volcaniques, qui ont leur plus grande extension dans les régions de l'est et l'on y trouve quelques lits de charbon du Jurassique. Les roches andésitiques et les roches volcaniques basiques sont caractéristiques du Jurassique, tandis que les coulées rhyolitiques et dacitiques et les tufs sont surtout associées aux dépôts crétacés. Dans le nord-est de la Chine (grand Khingan) et dans la région côtière du sud-est, cette subdivision est représentée surtout par des formations volcaniques et continentales du Jurassique-Crétacé inférieur. Les mêmes formations affluent aussi au nord-est de la Mongolie.

### Crétacé

Dans le nord de l'Iran, la succession crétacée la plus complète se situe dans la chaîne de Kopet Dagh et elle comprend surtout des shales marins, marnes, calcaires et grès subordonnés. Dans les montagnes de l'Elbourz, les couches marines les plus anciennes sont des calcaires à *Orbitolina*, attribués à l'Aptien-Albien, mais elles peuvent contenir des étages aussi anciens que le Barrémien et aussi récents que le Cénomani. Des études stratigraphiques détaillées du Crétacé supérieur ont mis en évidence, dans quelques zones limitées, une succession de calcaires détritiques et coralliens, marnes et shales, interrompue par des conglomérats et des couches rouges. Cela indique des discontinuités dans la sédimentation et des discordances et, de ce fait, un milieu sédimentaire instable au cours des phases initiales de l'orogénie alpine. Dans le sud-est de l'Iran, les roches volcaniques et surtout les laves basiques (sauf les ophiolites du "Coloured Melange") sont associées aux calcaires, marnes et cherts à radiolaires de la fin du Crétacé.

Dans le nord de l'Afghanistan, le Crétacé inférieur est représenté par des dépôts terrigènes de Néocomien, des dépôts marins du Barrémien et des dépôts marins et continentaux de l'Aptien-Albien de grès, argiles et calcaires. Le

Crétacé supérieur est représenté par une succession marine d'argiles, marnes et calcaires qui se sont déposés sans interruption depuis le Cénomanien jusqu'au Maëstrichtien et au Danien. Dans le sud de l'Afghanistan, le Crétacé inférieur est représenté par des formations continentales du Hauterivien et de l'Aptien, tandis que le Crétacé supérieur est représenté par des grès et calcaires marins associés à quelques conglomérats et à des roches volcaniques alcalines. Dans les régions du sud-ouest, au sud d'Hérat, le Crétacé supérieur contient des couches calcaires et des marnes avec du gypse. Les roches crétacées du centre de l'Afghanistan sont métamorphisées.

Au Pakistan-Occidental, les roches crétacées affleurent sur de vastes étendues à l'ouest de la vallée de l'Indus, dans la ceinture axiale et le Baloutchistan. Le Crétacé inférieur-moyen comprend les couches à bélemnite (formations de Chichali et Sembar), constituées essentiellement de shales et grès à *Duvalia dilatatus*, *Belemnites latus*, *Gryphaea oldhami*, etc., et le calcaire de Parth (calcaire, quelques marnes et shales) à *Inoceramus*. Le Crétacé supérieur est représenté par le calcaire à *Hemipneustus* (Campanien-Maëstrichtien), par des couches à *Cardita subcomplanata*, *Indoceras baluchistanensis*, etc., et du flysch gréseux (grès de Pab) à *Cardita (Venericardita) beaumonti*. Des matériaux volcaniques (surtout dolérite et basalte) sont intercalés dans ces grès et parfois les recouvrent. Dans le Chagai, dans le nord-ouest du Baloutchistan, le Crétacé comprend les groupes volcaniques de Sinjrani et Kuchakki (surtout agglomérats, laves et sédiments tufacés) et la formation de Humai composée de calcaires, shales, grès, conglomérats et agglomérats qui contiennent des lamellibranches, gastéropodes, foraminifères, etc., de la fin du Crétacé. Dans la région de Quetta, le Crétacé est représenté, en premier lieu, par la formation de Sembar (Crétacé inférieur). Dans les provinces de Sulaiman, Waziristan et Kohat-Potwar, il comprend des lits et des formations variés du début et de la fin du Crétacé. Au Hazara, des faciès de roches différents se sont développés dans les régions nord-ouest et sud-est; au nord-ouest, on trouve dans les grès des éléments ferrugineux et du chert qui contiennent les ammonites albiennes *Lyelliceras lyelli*, *Douvilleiceras*, *mamillotum*, etc., tandis qu'au sud-est des grès d'âge compris entre le Néocomien et l'Albien présentent des intercalations calcaires à *Trigonia*.

En Inde, les dépôts géosynclinaux marins du Crétacé sont très répandus dans la région de l'Himalaya. A Spiti, les couches du Jurassique de Lochambul se perdent graduellement dans les grès et quartzites qui constituent les grès de Giumal, qui contiennent *Holcostepharus (Astieria)* aff. *atherstoni*, *Stephanoceras*, *Perisphinctes* et d'abondants *Cardium gicumalense*, *Pseudomonites superstes*, etc. L'âge des grès de Giumal s'étale du Valanginien supérieur à l'Albien. Ils sont recouverts par les séries de Chikkim (en général calcaires et shales) avec une faune maëstrichtienne à *Belemnites* et *Hippurites*, qui contient quelques foraminifères. Un groupe de grès et de shales non fossilifères à faciès de flysch recouvre à son tour la série de Chikkim. Parfois même le Néocomien est représenté par des formations de flysch. Dans le nord du Kumaon, le Crétacé supérieur est représenté par des dépôts de flysch supérieur du Turonien-Sénonien, composés surtout de shales et de grès, avec des grès glauconitiques et des cherts à radiolaires, contenant quelques rares ammonites. Un assemblage semblable de sédiments de flysch se rencontre dans la région de Johar près de la frontière entre le Tibet et l'Inde. Les couches de Bagh, en Inde centrale (au

sud-ouest d'Allahabad) sont recouvertes par les trapps du Deccan, qui renferment des grès, shales, calcaires, grès quartzites et quelques marnes. Ils contiennent *Knemiceras minoti*, *Protocardium pondicherriense*, *Turritella multi-striata*, etc. Ils datent du Cénomanien au Sénonien, mais ils appartiennent surtout au Turonien. Les couches de Lametas (Turonien) se trouvent dans la partie centrale de la péninsule du Deccan ; ce sont des dépôts estuariens et lacustres qui contiennent des restes de dinosaures et *Physa (Bullinus) prinsepilii*. Sur la côte est, au sud de Madras, le Crétacé est représenté par des dépôts marins, en général des calcaires, marnes, argiles, dépôts vaseux répartis en quatre étages qui sont, dans l'ordre ascendant : Uttatur, Trichinopoly, Artyalur et Niniyur ; ils ont produit une faune ammonitique riche, à l'Albien-Danien. Au Kutch, le Crétacé est représenté par des grès aptiens à fossiles marins *Colombiceras* et *Chelonicerus*. On trouve des roches marines crétacées en Assam ; ce sont des grès, shales et calcaires qui contiennent une faune sénonienne étroitement apparentée à celle de la côte sud-est.

En Birmanie, des sédiments géosynclinaux, probablement du type flysch, représentent le Crétacé sur la côte d'Arakan et dans les chaînes indo-birmanes. Dans le bassin de l'Irrawaddy au nord de la Birmanie, les roches crétacées sont surtout des calcaires et des shales calcaires à *Orbitolina* et autres foraminifères et mollusques.

En Thaïlande, la partie supérieure de la série de Khorat est divisée en deux parties : en haut se trouve la formation de Salt et en dessous la formation de Khok Kruator Ban Na Yo. Cette dernière est constituée de lits de grès, dont la couleur varie du rouge au gris pourpre, de siltstone et de shale avec des intercalations de conglomérats calcaires, grès, calcaires sableux, siltstones calcaires, etc. Elle contient des fossiles qui donnent comme âge le début du Crétacé. La formation de Salt comprend des siltstones, shales, grès, sel gemme avec des grès en petites quantités. D'après sa position stratigraphique, on la place à la fin du Crétacé.

Dans l'ouest de la partie centrale de Bornéo, une séquence géosynclinale de roches crétacées, surtout des shales, grès et marnes, s'étend du Valanginien au Sénonien ; elle contient en abondance des ammonites, pélécy-podes, échinoïdes, orbitoïdes, etc. Affleurant dans la partie sud-est de Bornéo, des calcaires avec des grès et shales en petites quantités contiennent des fossiles du Cénomanien-Sénonien.

A Sumatra, en Indonésie, le Crétacé est représenté par des shales, calcaires et grès à *Neocomites*, *Turmannites*, *Osterella*, *Nerinea*, *Orbitolina*, etc. Le Crétacé de Misool est représenté par des calcaires de mers profondes, contenant souvent du chert, et par quelques roches clastiques fines et des tufs ; ils contiennent *Globigerina infracretacea* et *Globotruncana*. Le Crétacé supérieur comprend des marnes et des calcaires marneux, qui affluent localement, à rudistes (*Darania*), échinoïdes et *Inoceramus*.

Aux Philippines, le Crétacé est constitué par une séquence transgressive très étendue de grau-wacke-shale avec intercalations de spilites. Ces roches sont associées à des strates clastiques tufacées dans le Rizal et à des calcaires dans la péninsule de Caramoan, l'île de Catanduanes et la partie centrale de Cebu. Parmi les fossiles, on trouve *Orbitolina* aff. *kurdica*, *Orbitolina texana*, *globotruncana arca*, etc.



Au Japon, le Crétacé est représenté par des dépôts marins, estuariens, néritiques, littoraux et terrigènes dont l'âge est compris entre le Berrisien et le Maëstrichtien-Danien. Il est divisé en six séries : la série de Kochian (Néocomien inférieur), la série d'Aritan (Néocomien supérieur) à *Orbitolina shikokuensis*, la série de Miyakoan (Aptien et Albien) à *Chelonicer*, *Colombicer* et *Desmocer* *latidorsatum*, la série de Gayliakian (Cénomani et Turonien) à *Desmocer* *japonica* et *Tragodesmoceroide* *subcostatus*, la série de Urakawan (Sénien inférieur) à *Kossmaticer* *kotoi*, *Anapachydiscus fascicostatus* et *A. Naumanni* et la série de Hetenaian (Maëstrichtien-Danien) à *Canadocer* *kossmati*. Au Japon la division biostratigraphique du Crétacé est basée essentiellement sur *Inoceramus* et les ammonites.

En Chine, dans la zone tibétaine des Himalayas, le Crétacé est représenté par une séquence géosynclinale de dépôts terrigènes apparentés au flysch avec parfois des calcaires et des roches volcaniques. On a reconnu des calcaires marins et des roches clastiques du Crétacé dans l'ouest du Kouen-louen-chan et au Tibet. Ailleurs le Crétacé est représenté surtout par des dépôts clastiques lacustres et continentaux qui se sont formés dans des bassins continentaux, dont les plus grands sont l'Ordos - Chen-si et le Sseu-tch'ouan. Parmi les fossiles il y a *Lycoperia sinensis*, *L. woodwardi*, *Estheria*, *Cyrena*, *Unio*, *Mycetopus*, *Brachyphyllum*, etc. Il est possible que certaines couches de gypse associées au Carbonifère puissent appartenir au Tertiaire. Les bassins de l'Ordos-Chen-si et du Sseu-tch'ouan sont bien connus pour leurs réserves de pétrole. Dans l'est et surtout le nord-est (Mandchourie, Grand Khingan) et le sud-est de la Chine, les formations continentales du Crétacé contiennent de grandes quantités de roches volcaniques constituées surtout par des coulées dacitiques et rhyolitiques et des tufs.

A Taiwan, le lit de conglomérats qu'on trouve à la partie inférieure de la séquence de shale du Paléogène contient des coraux (*Actrocenia* sp. et *Elephantaria* sp.) qui sont probablement de la fin du Crétacé.

En Mongolie, les dépôts crétacés sont exclusivement d'origine continentale et lacustre et ils sont représentés par des grès, shales et conglomérats avec des lambeaux de charbon, marnes et calcaires sableux. Parfois on y trouve des roches volcaniques dans le Crétacé supérieur : ce sont surtout des coulées acides et intermédiaires et trachybasaltiques et des tufs et, dans le Crétacé supérieur, des laves andésitiques-basaltiques. D'après les fossiles et la flore, l'âge de ces sédiments varie du Néocomien (Valanginien) au Turonien. On y rencontre les fossiles suivants : *Cyrena*, *Lioplax*, *Benedictia*, *Vivipara*, *Limnaea*, *Cypridea*, *Trigonoides*, *Sainschandia*, *Physa*, *Hydrobia*, *Bithynia* ; les reptiles (Gobi) : *Psittacasaurus*, *Iguanodon*, *Saurolophus*, *Caurasaria*, *Ornithomimidae*, *Paralligator*, *Symosaurus*, *Protoceratops*, *Dyoplosaurus*, etc ; et la flore : *Xenoxylon*, *Cupressinoxylon*, *Mesembrioxylon*, *Taxodioxylon*, *Podocarpoxylon*, *Araucarioxylon*, *Cedroxylon*, *Dryoxylon*, etc.

#### Mésozoïque non différencié

En Iran, les dépôts mésozoïques non différenciés comprennent des calcaires, marnes sableuses et ardoises calcaires qui recouvrent en discordance des formations permienes ou plus anciennes. Ils contiennent quelques bryozoaires,

algues, hydrocoraux et leur âge est probablement compris entre la fin du Trias et le Jurassique, bien qu'ils puissent contenir des strates du Crétacé inférieur. En certains points, ces dépôts calcaires font place à un faciès littoral avec grès, ardoises, conglomérats et lambeaux calcaires.

Dans le nord de la région montagneuse du Pakistan-Occidental, cette subdivision comprend des dépôts mêlés du Crétacé, du Jurassique et du Trias supérieur, représentés surtout par des roches marines clastiques et carbonatées.

Au Népal, des fossiles du Trias (*Halobia* cf. *charleyana* et *Ptychites* sp.) et du Jurassique (*Belemnites* (*Discoelites*) *sulcatus*, *Hoplites wallichii*, *Perisphinctes* cf. *beplex*, etc.) ont été trouvés dans des roches clastiques carbonatées mésozoïques de la zone de Thétys des Himalayas, près de Mukhtinath, au nord des pics cristallins de la partie centrale du pays.

En Thaïlande, un groupe de roches volcaniques mésozoïques (rhyolites, andésites, tufs et agglomérats) postérieures au Permien, est étroitement associé au groupe de Khorat, bien qu'en quelques points elles se trouvent en dessous.

Dans l'ouest de Bornéo (Malaysia orientale), les formations de Serabang et de Sejingkat appartiennent au Mésozoïque ; elles contiennent des shales, grès, cherts à radiolaires, grauweekes et des roches basiques volcaniques. La formation de Sebangau, constituée de cherts et de hornstones, est aussi du Mésozoïque bien qu'on n'ait aucune preuve directe de son âge, mais les radiolaires des cherts indiquent que cette formation appartient au moins en partie au début du Mésozoïque.

Toujours à Bornéo, au sud-ouest de Kalimantan, des laves andésitiques non différenciées et des tufs (complexe de Matan) sont associés à des roches plutoniques et hypabyssales prétertiaires provenant d'éruptions durant la phase prétertiaire de plissement (début du Mésozoïque ou peut-être fin du Paléozoïque).

Dans les îles à l'est de l'Indonésie, les dépôts mésozoïques comprennent des strates crétacées, jurassiques et en partie triasiques. A Sulawesi (Célèbes), les argiles, shales, grès et calcaires du Trias contiennent *Cassianella*, *Hoernesia*, *Misolia*, *Rhynchonella arpadica*, etc. Des calcaires, shales et cherts du Trias ont été reconnus dans l'archipel de Timor, où le Jurassique est représenté surtout par des shales et calcaires à céphalopodes, pélécy-podes et brachiopodes. La plupart des étages du Jurassique se sont développés sous forme de shales calcaires foncés avec des lambeaux de cherts sur les îles de Sula, Obi, Céram et Buru. A Sulawesi, les lits crétacés sont constitués surtout de calcaires. Aux îles Sula, on observe un faciès de shales à *Phylloceras*, *Hoplites*, *Streblites*, etc.

Dans la région de Timor, le Crétacé est représenté par des calcaires, shales et cherts fossilifères avec parfois des shales rouges à nodules de manganèse et radiolaires.

En Chine, des roches marines clastiques et carbonatées non différenciées du Mésozoïque se rencontrent au Tibet et à l'ouest du Kouen-louen-chan.

## MESOZOIQUE - TERTIAIRE

## Mésozoïque-Paléogène

Dans le sud-ouest du Japon, la ceinture extérieure est occupée par le groupe de Shimanto, dépôts géosynclinaux épais de grès et shales avec des lambeaux de calcaires, cherts et des roches volcaniques basiques sous-marines. Dans ce groupe, les mollusques fossiles du Crétacé-Paléogène sont très rares, les ammonites et foraminifères du Paléogène sont rares.

## Crétacé-Tertiaire

Dans le nord de l'Afghanistan, les dépôts crétacés-paléogènes sont représentés par les calcaires de Ghorï (fin du Crétacé ou début du Paléogène) répartis sur de vastes étendues au nord de la chaîne de Kho-i-Baba.

Dans les monts Chagai, dans le sud-ouest de l'Afghanistan et dans le nord du Baloutchistan (Pakistan-Occidental), le Crétacé-Paléogène comprend des coulées de laves, relativement acides, agglomérats, sédiments tufacés, roches intrusives de Chagai, et, le long de la bordure méridionale, des lambeaux de shales et grès de la formation de Humai (Crétacé supérieur). Au nord de Rawalpindi, les strates du Crétacé-Tertiaire comprennent surtout des calcaires nummulitiques éocènes et crétacés et les grès crétacés de Giūmal.

Dans la partie péninsulaire de l'Inde, le Crétacé-Paléocène est caractérisé par une activité volcanique intense qui a formé les trapps du Deccan. Ils sont constitués de coulées de laves basaltiques et doléritiques qui se sont répétées depuis le Crétacé jusqu'au début de l'Eocène et dont l'épaisseur atteint 2 000 mètres. On y observe des intercalations de minces lits de tufs et de sédiments lacustres appelés "lits inter-trapps".

En Birmanie, les couches de Arakan Yoma sont des dépôts du type flysch constitués surtout de grès, calcaires et shales. Elles forment une vaste ceinture qui s'étend vers le nord depuis Arakan Yoma et renferment *Acanthoceras*, *Placenticeras*, *Mortoniceras*, *Cardita beaumonti*, *Orbitoides*, etc. Leur âge est compris entre le Crétacé et l'Eocène.

A Bornéo, le Crétacé-Tertiaire est représenté par les roches clastiques géosynclinales qui prédominent avec des lambeaux calcaires. On trouve des cherts et spilites à différents niveaux stratigraphiques. La formation de cherts date probablement de la fin du Crétacé-Eocène (parfois du Miocène). On la trouve fréquemment dans le nord et l'ouest de Bornéo. Elle est constituée par des cherts, spilites, basaltes, tufs verts et agglomérats, mêlés à des grès rouges, siltstones, shales gris et rouges, calcaires et marnes ; en certains endroits, dans le nord, le chert est prédominant.

Dans l'Irian occidental, cette subdivision comprend la formation d'Imskin, qui affleure à l'ouest de la baie de Geelvink. Elle est constituée surtout de calcaires et parfois de marnes et contient les fossiles *Globotruncana*, *Globorotalia*, *Globigerina*, etc., qui indiquent un âge compris entre le Crétacé et le Miocène. On comprend également dans cette subdivision la formation de Onin constituée de calcaires pélagiques à *Globorotalia* et de marnes. D'après les données les plus récentes la formation de Onin pourrait ne comprendre que des strates de l'Eocène-Miocène.

Aux Philippines, des grauwackes non différenciés et shales métamorphisés dans lesquels s'intercalent des coulées de laves spilitiques, basiques et intermédiaires et des roches pyroclastiques datent probablement du Crétacé-Paléogène.

En Mongolie, ce groupe comprend des dépôts de bassins lacustres et continentaux non différenciés du Crétacé supérieur - Tertiaire, qui sont très étendus dans le sud et contiennent des grès calcaires et argileux imbriqués, argiles rouges et grises, et, localement, de la craie.

## TERTIAIRE

On trouve presque partout en Iran des dépôts tertiaires datant du Paléocène au Pliocène. Des dépôts du type flysch du Paléocène succèdent au Crétacé supérieur dans le sud-est de l'Iran. Ils sont recouverts à leur tour par la formation de Mekran (Miocène). Ailleurs, la sédimentation a commencé à l'Eocène ; dans le nord-ouest de l'Iran et à l'est de la partie centrale du pays, ce sont de minces couches de calcaires et conglomérats à *Alveolina* et *Nummulites* du début ou du milieu de l'Eocène. Dans les monts Zagros, dans le sud-ouest de l'Iran, le faciès éocène évolue des marnes aux conglomérats et aux calcaires à nummulites. Dans le nord, l'est et le centre de l'Iran, des dépôts pyroclastiques et des laves (principalement des andésites et porphyrites) marquent le début de la succession éocène associée à des conglomérats et des lits rouges ; l'éruption de laves intermédiaires s'est poursuivie pendant le Miocène dans la ceinture volcanique qui s'étend depuis le sud-est jusqu'au nord-est du pays et pénètre parfois dans les monts Elbourz. Dans le sud-ouest de l'Iran, les calcaires d'Asmari de l'Oligocène - Miocène inférieur succèdent à l'Eocène. Ils sont directement recouverts par l'anhydrite de Caprock avec des veinules de calcaires à foraminifères.

La formation miocène du Fars comprend les évaporites et lits rouges du Fars inférieur, les lits marins du Fars moyen et les lits d'eau douce ou estuariens du Fars supérieur. La séquence prend fin avec les couches de Bakhtiari du Mio-Pliocène dont la partie supérieure est occupée par des couches épaisses de conglomérats.

Au centre de l'Iran, la séquence Oligocène-Miocène commence avec les lits rouges gypseux et salins de la "formation rouge" inférieure suivie en concordance par les calcaires marins du milieu de l'Oligocène - début du Miocène de la formation de Qum. A cette formation succèdent les lits rouges et le gypse de la "formation rouge" supérieure (Miocène). Les conglomérats qui terminent la succession sont du Mio-Pliocène (peut-être du Pliocène) et rappellent ceux des couches de Bakhtiari.

Le Tertiaire au nord des monts Elbourz est très différent de celui du centre de l'Iran : l'Eocène est caractérisé par la présence de roches volcaniques, le Miocène-Oligocène comprend des conglomérats épais, le Miocène et le Pliocène des dépôts qui ressemblent à ceux du bassin caspien.

Dans le nord de l'Afghanistan, la partie inférieure de la séquence du Paléogène comprend, à l'ouest, le calcaire paléogène de Bokhara qui correspond à la partie supérieure du calcaire de Ghori à l'est. L'Eocène est représenté par

des calcaires marins, marnes, argiles, grès et siltstones. L'Oligocène comprend des argiles et grès au nord-ouest tandis que dans la plus grande partie du nord de l'Afghanistan, il est représenté par la partie inférieure de la formation de Shafa (Oligocène-Miocène) constituée d'argiles rouges, siltstones, grès et conglomérats. Dans la partie est du sud de l'Afghanistan le Paléogène est représenté par des sédiments du type flysch (Paléogène-Eocène) à *Nummilites* et *Alvéolites*, avec localement des barres sableuses et des couches minces de sel et de charbon. A l'ouest de la partie centrale et méridionale de l'Afghanistan ces conglomérats rouges et grès paléogènes sont associés à des formations volcaniques. La séquence néogène dans le nord de l'Afghanistan comprend des sédiments rouges terrigènes de la formation miocène de Khoshtanga, la partie supérieure de la formation oligocène-miocène de Shafa, et les formations pliocènes de Rustaq, Kockchy et Kishm. Des dépôts de versant se sont formés pendant l'Oligocène-Miocène dans l'Hindu-Kuch. Dans la partie centrale de l'Afghanistan, les couches rouges du Néogène, associées localement à des roches acides volcaniques, couvrent de vastes étendues de l'est (Jalalabad) à la frontière ouest du pays. Dans les régions du sud-est, à l'intérieur des bassins sédimentaires géosynclinaux de l'Indus-Baloutchistan, les dépôts néogènes du type molasse contiennent des conglomérats et des bancs de grès rouges et argiles imbriqués. Dans la dépression de Helmand, qui couvre une grande partie de la région du sud-ouest, les couches néogènes contiennent de l'argile et quelques conglomérats.

Le Paléocène du Pakistan-Occidental est représenté par une séquence marine de shales et de grès, avec des lambeaux de calcaires et conglomérats et des roches volcaniques dans le Chagai (nord-ouest du Baloutchistan). Les dépôts éocènes sont surtout calcaires et argileux ; les calcaires sont prédominants dans le bassin de l'Indus ; une séquence plus argileuse, qui comprend les shales épais de Ghazi, s'est développée au Baloutchistan. On trouve de minces filons de charbon à Quetta et dans certaines parties du Sind. Dans la plus grande partie du Baloutchistan, l'Oligocène est représenté par les shales de Kojak, qui s'étendent depuis le nord de Quetta (Toba Kokar Range) en direction du sud-ouest jusqu'à la Makran Range ; cette formation est une séquence de flysch épais composée surtout de shales et de grès. Elle est recouverte par des siltstones et grès, qui sont surtout d'origine marine, et des lambeaux de calcaires et shales du Miocène, qui constituent la partie supérieure de la formation marine Oligocène-Miocène. Dans la South Makran Belt la séquence Miocène-Pliocène comprend les grès de Talar avec les argiles sableuses, grès et conglomérats de la formation de Omara qui indiquent un milieu deltaïque et marin.

Près de Quetta, l'Oligocène est représenté par les séries marines de Nari, calcaires fossilifères à la partie inférieure et prédominance des shales et grès à la partie supérieure. Plus au sud, dans le bassin inférieur de l'Indus, à la série de Nari fait suite la série de Gaj du Miocène inférieur, composée à la partie inférieure de shales et calcaires marins auxquels succèdent, en remontant, des shales, grès rouges et verts et parfois du gypse.

Dans la Salt Range, les calcaires éocènes sont recouverts par la série de Murree (Miocène inférieur), qui est à son tour recouverte par le système de Siwalik du Miocène supérieur - Pléistocène. On ne trouve pas de roches oligocènes dans cette région ni dans celle qui s'étend de Potwar à Kohat.

Dans le **Pakistan-Oriental**, le Miocène de Chittagong comprend la série de Surma (grès, shales avec quelques conglomérats), les grès de Tipam (grès ferrugineux et shales) et les argiles de Girujan.

Dans la région himalayenne de l'**Inde** (région de Simla-Garhwal), l'Eocène est représenté par des shales rouges et grès (partiellement gypseux) et les calcaires des couches de Subathu. Dans la partie centrale ouest des Himalayas et le Jammu, les dépôts éocènes comprennent les calcaires nummulitiques, shales et marnes. L'Eocène himalayan est recouvert par la série de Murree (Miocène inférieur). C'est ainsi qu'on désigne quelquefois les couches de Dharmasalas (Himachal Pradesh) et de Dagshai et Kassauli (région de Simla). Ce sont des dépôts saumâtres ou lagunaires de grès pourpres et gris, shales et pseudo-conglomérats à vestiges de mammifères, impressions de feuilles de palmier (*Sabal major*) et coquillages (*Unio*). La série de Murree est recouverte en discordance par le système de Siwalik, qui est de la fin du Miocène-Pliocène.

Dans l'ouest de l'Inde, les dépôts éocènes de Kutch, Cambay et du Rajasthan comprennent les couches marines de Laki (constituées surtout de shales à *Assilina*) du début ou du milieu de l'Eocène, parfois recouvertes par des shales gypseux contenant des lignites. La série de Kirthar (Eocène moyen-supérieur) qui les recouvre comprend des calcaires nummulitiques et shales. Au-dessus viennent les séries de Nari et de Gaj, séquence oligo-miocène de calcaires, shales et marnes. La série de Nari contient *Nummulites intermedus* et *Lepidocyclina* et celle de Gaj est riche en fossiles *Breynia carinata*, *Ostrea angulata*, *Camarina intermedia*, *C. clipea*, etc. Elles sont recouvertes par les couches de Dwarka (argiles gypsifères et calcaires) ou par la série de Manchhar (sables, argiles, conglomérats) comprises dans la séquence Mio-Pliocène. Dans la partie sud de la péninsule du Deccan, des couches fossilifères miocènes se rencontrent près de Trivandrum ; les couches de Quilon sont des calcaires à *Orbiculina malabarica*, coraux, lamellibranches et gastéropodes recouverts par la couche de Warkalli (shales à lignite). Sur la côte est on trouve des roches tertiaires qui ont récemment contenu des foraminifères éocènes, mais l'extension de ces roches n'est pas connue. Elles sont recouvertes en discordance par les grès de Cuddalore du Mio-Pliocène (qui contiennent quelques bancs de lignites) et leurs équivalents.

En Assam, l'Eocène est représenté par la série de Disang (nord de l'Assam) et la série de Jainta (sud de l'Assam) qui consistent en shales, calcaires et calcaires nummulitiques. La série de Barail leur succède ; elle est composée de grès et shales charbonneux qui représentent un faciès marin et estuarien. La série de Barail, représentée sur la carte comme oligocène, comprend aussi des strates de l'Eocène supérieur. La série de Surma, séparée de la série de Barail par une discordance très marquée, date de l'Oligo-Miocène. Le Miocène comprend des grès ferrugineux, conglomérats et shales de la série de Tipam qui contient parfois des lignites et des bois fossiles. Au-dessus, la série de Dupitila (grès et argiles) est du Mio-Pliocène.

Les roches tertiaires dans les îles Andaman et Nicobar (Inde) sont composées en grande partie de grès et conglomérats éocènes, mais on y trouve aussi des strates plus jeunes.

Au Népal, l'Eocène est représenté par des shales, qui peuvent être mis en corrélation avec les couches de Subathu de l'Inde. Sur la carte, les dépôts

tertiaires non différenciés comprennent essentiellement le système de Siwalik, et surtout le Siwalik inférieur et moyen. Les sédiments grossiers de la partie supérieure du Siwalik sont présentés comme appartenant au Pliocène-Pléistocène.

A Ceylan, les seules roches tertiaires qui affleurent sont des calcaires miocènes et quelques grès dans les séries de Kudermalai et de Jaffna, où abondent foraminifères et mollusques.

En Birmanie, les roches tertiaires du bassin central montrent une alternance de faciès marins et continentaux, les faciès continentaux prenant plus d'importance quand on s'élève dans la colonne stratigraphique et qu'on se déplace vers le nord. L'Eocène, bien développé dans l'Arakan Yoma comprend l'étage de Yaw (shales), les grès de Pondaung, les argiles de Tabyin, les grès de Tilin, les shales de Laungshe et les conglomérats de Paunggi. L'Oligocène est représenté par des grès et argiles qui appartiennent au système inférieur de Pegu. Le système non différencié de Pegu comprend des dépôts oligo-miocènes. Le Miocène est représenté par les grès et shales du système du Pegu supérieur dans la partie inférieure du bassin d'Irrawaddy, et par la série de Tipam dans le bassin supérieur de Chindwin. Le système de l'Irrawaddy (Mio-Pliocène) consiste en une succession fluviatile de grès imbriqués et roches à gros grain avec des galets, blocs erratiques, etc., et des fossiles de mammifères et du bois pétrifié. Dans le nord de la Birmanie les dépôts tertiaires non différenciés appartiennent à un faciès estuarien et d'eau douce.

Dans le nord de la Thaïlande, les dépôts tertiaires se sont développés sous la forme de bassins tectoniques isolés. Ils sont représentés essentiellement par des argiles, sables et quelques lignites qui contiennent des vestiges de poissons, fossiles de mastodontes et feuilles. On les attribue en général au Pliocène, bien qu'en certains points des vestiges de plantes paléogènes aient été observés. Dans la partie péninsulaire, dans le sud de la Thaïlande, les shales calcaires et grès, avec, localement, des bancs de lignites et des lambeaux calcaires, contiennent des fossiles marins et non marins dont l'âge varie du début à la fin du Tertiaire. Des affleurements modestes de dépôts lacustres et fluviatiles néogènes (surtout pliocènes) ont été observés dans un grand nombre de petits bassins isolés au Viêt-nam et dans le nord du Laos.

En Malaysia occidentale, les roches tertiaires se rencontrent dans des bassins lacustres isolés de petite étendue ; les shales charbonneux et les bancs de lignites d'origine non marine y dominent.

A Bornéo, la formation de Kulapis, qui consiste en grès rouges et shales, est représentée séparément sur la carte comme appartenant à l'Eocène dans la partie nord-est de Bornéo (Malaysia orientale), alors que dans d'autres régions de Bornéo elle est incluse dans la séquence tertiaire non différenciée. Des dépôts oligocènes-miocènes qui succèdent à la formation de Kulapis ont une lithologie variée comprenant surtout des grès et roches argileuses avec tufs volcaniques et agglomérats, quelques calcaires, shales calcaires et cherts. Les roches miocènes-pliocènes comprennent surtout des dépôts néritiques et deltaïques provenant d'eaux marines peu profondes (boues, grès et quelques marnes).

Dans la partie nord-ouest de Bornéo (Malaysia orientale et partie adjacente de Kalimantan), on trouve des shales et grès marins de l'Eocène (formations de

Belage, Kelalas et Trusmadi). Leur caractère arénacé s'accroît en allant vers le nord de Bornéo où une sédimentation de flysch s'est poursuivie jusque bien en avant dans le Miocène. L'Oligo-Miocène, dans la partie centrale de la Malaysia orientale, est représenté par des dépôts dont le faciès change du paralique au néritique quand on se déplace en direction de la ligne de côte actuelle ; il est aussi caractérisé par des faciès deltaïques de plus en plus importants quand on s'avance vers le sud et qu'on remonte la séquence. A l'intérieur, les dépôts consistent surtout en alternances de grès, sables et argiles avec quelques lignites et conglomérats. Près de la côte actuelle le faciès devient marin et comprend des shales, grès et quelques calcaires. La plupart des dépôts arénacés de grande épaisseur se sont déposés dans des bassins dont la subsidence, qui s'est produite pendant le Miocène-Pliocène inférieur (formations de Belait, Seria, Miri, etc.), a permis les dépôts néritiques et deltaïques du Pliocène supérieur, qui se sont parfois prolongés jusqu'au cours du Pléistocène.

Dans l'ouest et le centre de Bornéo (ouest de la Malaysia orientale et centre-ouest de Kalimantan) les grès, shales subordonnés et quelques conglomérats paléogènes-éogènes sont parfois appelés "formation gréseuse du Plateau". Le Paléogène, dans le sud-est de Bornéo, est représenté par des calcaires orbitoïdes, marnes et grès verts avec des filons de charbon ; dans l'est de Bornéo, le Paléogène comprend des calcaires fossilifères. Dans le sud-est de Bornéo, le Néogène, qui est surtout de faciès marin, est représenté par des shales, argiles, grès, filons de charbon, quelques tufs et des lambeaux de calcaires coraliens massifs. Dans le nord et le centre de Bornéo on trouve des laves basaltiques et des tufs du Néogène.

Dans d'autres îles d'Indonésie, le Tertiaire couvre de vastes étendues. Le Paléogène de Sumatra commence avec des conglomérats auxquels succèdent vers le haut des grès et shales (avec des filons de charbon dans le sud), interlités de tufs et de quelques dépôts marins à la partie supérieure. L'andésite la plus ancienne s'est développée près de Danau Toba et représente le volcanisme terrestre à la fin du Paléogène. Le Néogène est représenté par un faciès marin plus profond et comprend des argiles, shales, marnes et des calcaires fossilifères. Dans le nord, les conditions marines de sédimentation ont prévalu vers la fin du Néogène tandis que, dans le sud, le Néogène supérieur est surtout constitué de dépôts continentaux avec filons de charbon et tufs volcaniques, roches qui prédominent dans le Néogène de la partie sud de Sumatra. Les couches de Telisa, les séries inférieure et moyenne de Palembang comprennent une séquence éocène où prédominent les dépôts marins et volcaniques. La série pliocène-pléistocène de Palembang supérieur comprend des tufs, grès tufacés, bentonites, quelques veinules de charbon et bois pétrifiés. A Java les roches paléogènes sont des conglomérats, grès, filons de charbon, shales, calcaires à *Camerina*, *Discocyclus*, *Pellatispira*, etc. Le Néogène s'est développé dans différents faciès ; cependant, on rencontre des calcaires massifs dans le nord et le sud, les marnes à *Globigerina* dominent dans l'est, et les marnes argileuses et quelques grès sont typiques de la partie centrale. Les couches tufacées sont plus fréquentes à la partie supérieure du Néogène.

Le Tertiaire de Sulawesi (Célèbes) est caractérisé par d'énormes quantités de matériel volcanique (liparites, basaltes et tufs). Dans le sud de Sulawesi, le Paléogène commence avec des conglomérats et grès, avec quelques filons de



charbon, puis vient une séquence de calcaires minces qui se prolonge dans le Néogène inférieur. Les calcaires sont recouverts par des shales marins et argiles avec quelques filons de charbon. Dans l'Irian occidental les dépôts paléocènes-miocènes sont presque partout représentés par des calcaires peu profonds qui constituent la formation de Ogar (à l'extrême nord de la péninsule de Onin), celle de Koemawa (dans la péninsule de Koemawa) et le groupe calcaire de Nouvelle-Guinée. Ce dernier s'est développé sur toute la longueur de l'Irian occidental, depuis l'ouest de Vogelkop, et a été subdivisé dans de nombreuses régions en diverses formations. Parmi les fossiles, on compte des bryozoaires, algues, coraux, mollusques et de plus grands foraminifères dont *Alveolina*, *Lacazina*, *Neopalveolina*, *Floscunella bontangensis*, *F. borneensis*, *Alveolinella quoyi*, *Marginopora*, *Sorites*, etc. Les dépôts non différenciés éocènes-miocènes sont représentés par la formation d'Auwewa (et son homologue, la formation de Botana) qui s'est développée au nord de l'Irian occidental et dans les îles de Batana et de Waigeo. Cette formation comprend à la partie inférieure surtout des basaltes, spilites, brèches, tufs et grès tufacés et des grès calcaires vers le haut. Dans la partie supérieure, les calcaires prédominent sur les roches volcaniques et contiennent des foraminifères pélagiques abondants et parfois de plus grands foraminifères benthoniques. Le Paléogène non différencié de Misool est souvent représenté par des calcaires, sableux et oolitiques à la partie inférieure (Paléocène-Eocène) et à la partie supérieure (Eocène-Oligocène) les calcaires de faciès peu profond prédominent avec *Alveolina*, *Lacazina*, *Nummulites fichteli-intermedia*, *Neopalveolina pygmaea*. Dans le nord-ouest de l'Irian occidental (Vogelkop), l'Oligocène-Miocène comprend les strates clastiques de la formation de Sirga ; elles contiennent quelques lits de charbon. Sur les îles de Soepiori et Biak, au nord de la baie de Geelvink, au calcaire oligocène-miocène de Soepiori succèdent vers le sud et vers le nord les marnes de Wafoerdori à foraminifères pélagiques, coraux et algues. Les Miocènes moyen et supérieur des formations de Klasafet, Akimeugeh et Iwoer (représentés sur la carte comme miocènes) contiennent des strates clastiques qui se sont développées dans le Vogelkop, à l'ouest de la baie de Geelvink et au sud de la chaîne centrale ; on observe localement quelques intercalations de calcaire pélagique dans la partie inférieure de la formation de Klasafet. A l'est de la baie de Geelvink, la formation de Makats (Miocènes moyen et supérieur) est composée de grauweekes et de shales ; sa faune comprend des foraminifères, coraux, algues, mollusques et bryozoaires pélagiques et benthoniques. Des dépôts non différenciés du Paléogène ont été observés en de nombreux points, surtout sous la forme de calcaires à orbitoïdes. Les dépôts associés du Néogène comprennent des grès, shales, conglomérats, quelques bancs de lignite, marnes, calcaires massifs et marnes à *Globigerina* ; localement ils sont associés à des roches volcaniques.

Aux Philippines, les dépôts paléogènes sont représentés par d'épais dépôts transgressifs mélangés qui se sont formés en eaux marines profondes et sur le Plateau continental ; ce sont surtout des grauweekes et shales associés avec des calcaires coralliens ainsi que des conglomérats, coulées de dacite-andésite (Paléocène) et d'andésite-kératophyre (Oligocène) et tufs. Le Paléocène à Mindoro et Palawan comprend surtout des dépôts clastiques d'arkose quartzite ; sur l'île de Catanduanes, il y a des gisements de charbon paraliques paléogènes. La faune paléogène comprend *Globorotalia velascoensis*, *G. aequa*, *G.*

*ciperoensis*, *Globigerina triloculinoides*, *Alveolina primaeva*, *Nummulites fitcheli*, *N. globulosa*, etc.

Des dépôts qui se sont formés sur le Plateau continental à l'Oligocène-Miocène se rencontrent à Luçon, Visayas et Mindanao. Ce sont essentiellement des grès, grauweekes, shales et calcaires coralliens associés à des laves basiques et intermédiaires et à des dépôts pyroclastiques ; ils contiennent parfois des lits de charbon paraliques. Dans le sud de Mindoro et à Palawan, cette séquence comprend des roches clastiques marines. Les fossiles sont *Globigerinoides bisphaericus*, *Borelis pygmaeus*, *Miogypsinoidea*, etc.

Aux Philippines, à la partie inférieure des roches du Néogène (Miocène supérieur-Pliocène), les dépôts clastiques marins dominent ; ils sont recouverts par des tufs très étendus, localement transgressifs et des roches sédimentaires tufacées, associées, dans certaines parties de Luçon, Mindanao et des îles intermédiaires avec des calcaires vaseux et calcarénites. Dans l'ouest de Mindanao, on trouve des calcaires intercalés dans des coulées de dacites et andésites ; à Palawan, ce sont surtout les grès arkosiques qui se sont développés. Les fossiles comprennent *Globorotalia crassiformis*, *Sphalroidinella dehiscens immatura*, *Miogypsina* et *Tribliolepidina*.

Au Japon, les roches marines éocènes de Kyushu et du sud-ouest de Honshu contiennent *Nummulites* et *Discocyclina*, et les dépôts d'eau douce du nord du Japon (Hokkaido) la flore *Woodwardia*, *Musophyllum*, etc. L'Oligocène marin du sud-ouest du Japon contient la faune Ashiya avec *Chlamys ashiyaensis*, *Venericardia subnipponica*, etc. Les bancs de charbon les plus importants se trouvent dans des sédiments paléogènes. Le Miocène inférieur est représenté par des sédiments marins peu profonds contenant *Lepidocyclina*. Au Miocène moyen, ces sédiments ont la faune *Miogypsina-Operculina*, les dépôts d'eau saumâtre contiennent *Vicarya* et les dépôts non marins la flore *Liquidambar-Comptoniphyllum*. La faune marine peu profonde d'Omma-Manganji comprend *Acila insignis*, *Pecten kurosawaensis*, *Anadara amacula*, etc. C'est une faune pliocène caractéristique sur la côte nord du sud-ouest du Japon (mer du Japon) tandis que dans la partie sud-est du Japon (Pacifique) on trouve la faune Kakegawa d'eaux marines peu profondes et chaudes (Pliocène inférieur) qui contient *Amussiopecten praesignis*, *Venericardia panda*, etc. Un courant marin froid a eu une grande influence sur la faune du versant pacifique du nord-est du Japon. Les couches pliocènes non marines les plus élevées contiennent la flore *Pinus trifolia*, *Pseudolarix*, *Acer*, etc., avec *Stegodon orientalis*, etc. Tous les champs pétrolifères en exploitation ne se trouvent que dans les sédiments marins néogènes.

En Corée, le Tertiaire est représenté par des dépôts alternés marins et terrestres. Parfois ces dépôts sont seulement terrestres. Ce sont surtout des shales, grès et conglomérats associés à des roches volcaniques rhyolitiques, bancs de charbon et lignite, contenant des fossiles marins et terrestres et des vestiges de plantes. Dans le nord de la Corée des coulées de basalte, tufs et agglomérats s'y intercalent.

En Chine, les dépôts marins paléogènes des Himalayas sont surtout composés de roches carbonatées avec *Orbitolina*. Dans le sud du Tibet, le Paléogène est représenté par des dépôts marins éocènes, tandis qu'en Chine continentale les dépôts paléogènes se trouvent à l'intérieur de dépressions

continentales et de bassins d'effondrement. Dans le sud-est de la Chine (y compris la vallée du Yang-tseu), le Paléogène est représenté surtout par des couches rouges dans des bassins tectoniques allongés. Dans le centre et l'est de la Chine (partie sud de Kan-sou, Chen-si, Ho-pei, Chan-si, Ho-nan et Chan-tong) les roches clastiques continentales sont généralement associées à des dépôts lacustres et contiennent des lits de marnes, calcaires d'eau douce et du gypse. Les dépôts lacustres prédominent en Mongolie intérieure et des coulées de basalte s'y intercalent localement. En Mandchourie, dans le nord-ouest de la Chine, des bancs de charbons oligocènes et des coulées de laves basaltiques s'intercalent dans la succession paléogène; le charbon oligocène de la Mandchourie du Sud a une grande valeur économique. Dans l'ouest et le nord-ouest de la Chine, une séquence clastique continentale paléogène comprend des dépôts lacustres, lignites en minces couches, grès houillers et du gypse. Les sédiments du bassin paléogène de Chine ont les fossiles *Planorbis*, *Physa*, *Lophioletes* ou *Caenolopsis*, *Sinohadrianus*, *Protitanotherium*, *Balu-chitherium*, *Amynodon* etc.

En Chine, les formations néogènes sont exclusivement continentales. Au sud de la partie centrale et dans le sud-est du pays, les dépôts lacustres pliocènes prédominent; on trouve quelques bancs de charbon au Yun-nan et au Kouang-si. En Mongolie intérieure, dans l'Ordos et au Chan-tong (nord-est de la Chine) les formations miocènes contiennent *Lamprotula*, *Platybelodon*, *Stephanoceras*, *Melosira*, etc. Les dépôts pliocènes fluvio-lacustres et continentaux couvrent de très grandes étendues dans le nord de la Chine. On a reconnu trois cycles d'érosion et de sédimentation dans le Néogène du nord et du nord-est de la Chine. Le premier cycle appartient au Pliocène inférieur (Pontien) et il est représenté par une série de dépôts fluvio-lacustres de l'étage de Paotuh qui contient *Prosiphneus* et *Hipparion richthofeni*. Le second cycle, appelé étage d'Ertemte, est représenté par des graviers de terrasse le long de l'Houang-ho (fleuve Jaune) et par des argiles rouges à *Prosiphneus intermedius*. Le troisième cycle d'érosion, dit étage Fencho, a été suivi par un dépôt d'argiles rouges à *Siphacus tingi* et des dépôts fluvio-lacustres à *Melania*, *Lamprotula*, *Equus*, *Hipparion*, *Ulmus*, *Acer*, etc. Dans l'ouest et le nord-ouest de la Chine, le Néogène est caractérisé par des couches rouges qu'on trouve dans les bassins tectoniques. Dans le nord et le nord-est de la Chine, les dépôts néogènes sont associés à des coulées basaltiques.

Du fait de la précarité de l'information et de l'échelle de la carte, les dépôts continentaux paléogènes et néogènes qu'on vient de décrire sont représentés comme appartenant au Néogène-Paléogène non différencié dans de nombreuses régions de la Chine et en particulier dans le nord du pays.

Les sédiments les plus anciens du synclinal tertiaire de la partie ouest de Taiwan sont des shales gris sombre et des siltstones du Paléogène. Une partie très importante de Taiwan a subi un mouvement orogénique régional à la fin de l'Oligocène et au début du Miocène. Les sédiments de la plate-forme continentale du Miocène, dans le nord, comprennent des grès, orthoquartzites et de minces bancs de charbon associés localement à des roches volcaniques basiques; les dépôts de bassin de la même époque, dans le sud, sont caractérisés par des sédiments clastiques, grauwwackes, shales et argiles (claystones). Dans l'est de Taiwan, le Miocène comprend des shales, conglomérats et grès avec laves

andésitiques et agglomérats à la partie inférieure. Les dépôts pliocènes qui affleurent sont surtout d'origine marine à faciès géosynclinal et contiennent des shales, grès et grauwackes.

En Mongolie, les dépôts paléogènes sont exclusivement de faciès continental ou lacustre. Comme leurs affleurements sont très dispersés, ces strates ne sont pas différenciées sur la carte et figurent comme faisant partie des séquences du Crétacé supérieur-Néogène ou du Cénozoïque. Les dépôts paléogènes et néogènes sont composés surtout d'argiles bigarrées et rouges, sables, grès et conglomérats, graviers, quelques siltstones et marnes. L'activité volcanique néogène s'est traduite par la formation de basaltes, qu'on rencontre surtout dans le nord et le sud-est. Les formations paléogènes s'étendent du Paléocène à l'Oligocène avec une riche faune de mammifères (surtout au Gobi) : *Prodinoceras*, *Pseudictops*, *Palaescaptar*, *Mesonyx*, *Mongolotherium*, *Amynodon*, *Caenolophus*, *Cadurcodon*, *Hypsamynodon*, *Baluchitherium*, *Allacerops*, *Hyaenodon*, *Cyclomytus*, *Parahyrachodon*, *Ergila*, *Brachiodon*, *Schizotherium*, *Entelodon*, *Coenopus*, *Cadurocotherium*, etc. Le Néogène est représenté par des sédiments miocènes et pliocènes qui contiennent *Hipparion*, *Anchitherium*, *Serridentinus*, *Samotherium*, *Gobiocerus*, *Gobitherium*, *Chilotherium*, etc.

### TERTIAIRE - QUATERNAIRE (CENOZOIQUE)

En Iran, le Plio-Pléistocène comprend des couches rouges à argiles de vases gypsifères et marnes avec quelques sables et galets ainsi que des dépôts d'eau douce constitués de sables et calcaires blancs crayeux à gastéropodes et lamellibranches.

Dans la région côtière de l'ouest du **Pakistan-Occidental**, le Plio-Pléistocène comprend les boues pliocènes de Chatti et la formation d'Ormara, qui est de la fin du Pliocène et peut-être du Pléistocène. Au **Pakistan-Oriental**, il englobe les formations de Dihing et de Dopitila, où l'on trouve surtout des grès, argiles, bancs de galets et un peu de lignite à la partie inférieure.

En Inde, au Népal et au **Pakistan-Occidental**, le système de Siwalik présente la séquence bien connue des dépôts de molasse d'eau douce du Miocène moyen - Pléistocène inférieur, qui forment le piémont des Himalayas et s'étendent de l'Assam à la Salt Range. Les grès, grès feldspathiques, conglomérats, argiles et vases à caractère fluvial comprennent les roches du système de Siwalik ; ils sont très généralement non fossilifères, mais on trouve localement des mollusques, poissons, reptiles et mammifères ainsi que des vestiges de plantes. Le système de Siwalik est souvent divisé en Siwalik inférieur, moyen et supérieur.

Dans le nord-est de l'Assam, en Inde, les séries du Plio-Pléistocène de Dihing comprennent des bancs de galets, grès et argiles, qui s'apparentent au Siwalik supérieur. Au Népal, le Plio-Pléistocène est représenté surtout par les dépôts clastiques grossiers de la partie supérieure de la série de Siwalik.

En Birmanie, les coulées basaltiques et acides et les dépôts pyroclastiques des appareils volcaniques de Chindwin, Popa et Mergui sont en général décrits comme cénozoïques.

L'activité volcanique durant le Tertiaire et le Pléistocène a eu comme résultat l'extrusion de laves basaltiques sur de vastes régions du sud du Viêt-nam, de l'est de la République khmère et du Laos et dans des zones plus petites éparpillées dans le nord-ouest du Laos et dans le nord et le centre de la Thaïlande.

A Bornéo, les dépôts côtiers plio-pléistocènes comprennent des sédiments du Plateau continental et d'autres sédiments d'eaux peu profondes (formations de Togopi, Sebahet, Timohing, etc.). Dans le nord de Bornéo des roches volcaniques cénozoïques non différenciées présentent une composition qui varie de l'intermédiaire à l'acide.

A Sumatra, Indonésie, la série supérieure de Palembang représente le Plio-Pléistocène dans la partie est de l'île. Elle consiste en grès tufacés, tufs, bentonites et quelques filons de charbon avec des bois pétrifiés. Dans la partie ouest de Java, le Plio-Pléistocène comprend surtout des dépôts marins (marnes, argiles, grès) associés à de grandes quantités de roches tufacées (tufs, grès tufacés, marnes glauconieuses tufacées, etc.). Au centre de Java, les dépôts de cette époque commencent avec des couches de transition, puis, en remontant la séquence, le faciès, de marin, devient continental, avec un mélange de conglo-mérats et de roches volcaniques. Le Plio-Pléistocène, dans l'est de Java et de Madura, comprend des argiles marines, marnes et quelques calcaires de faciès néritique ou littoral. Les roches volcaniques cénozoïques non différenciées d'Indonésie sont représentées par des coulées de laves, tufs, agglomérats, roches tufacées, dont la composition varie d'intermédiaire basique (avec prédominance de l'andésite au basalte), à intermédiaire acide (avec prédominance de dacite-rhyolite, mais avec aussi andésite-dacite). Toutefois, il est caractéristique de certaines localités d'observer à l'intérieur d'une même séquence, dans la composition de la roche, le passage d'un volcanisme basique à un volcanisme acide.

Dans l'Irian occidental, le Miocène-Pléistocène comprend les sédiments clastiques des formations de Kalsaman, Steenkool et Boerol dans le Vogelkop, le Bomberai et la partie sud de la chaîne centrale. Dans les régions les plus à l'ouest (bassin de Salawati), les sédiments sont marins et contiennent de nombreux foraminifères pélagiques dont *Globigerina dubia*, *Pulleniatina obliquiloculata*, *Globoquadrina conglomerata*; dans les régions de l'est, ils ne contiennent que les médiocres foraminifères benthoniques *Alveolinella Marginopora*, *Rotalia*, *Elphidium* et quelques coraux. Dans les régions du nord, à l'est de la baie de Geelvink, les strates essentiellement clastiques (formation de Mamberamo) comprennent le Pléistocène - Miocène supérieur, mais, localement, on trouve des calcaires (formation de Hollandia) à *Lepidocyclina*, *Miogypsina*, *Alveolina quoyi* et *Calcarina*. Sur l'île de Waigeo, le calcaire domine (formation de Waigeo); sur les îles Soepiori et Biak, ce sont surtout des marnes (marnes de Seoerdori et Korimdori) où abondent les foraminifères pélagiques *Pulleniatina obliquiloculata*. A Misool, les dépôts plio-pléistocènes contiennent des bancs calcaires coralliens avec intercalation de marnes et de lignites.

Aux Philippines, les dépôts plio-pléistocènes comprennent surtout des sédiments clastiques du type molasse, marins et terrestres, associés à des calcaires coralliens très importants dans la péninsule de Bicol, au sud-est de

Luçon, dans les îles centrales et à Mindanao, et des dépôts pyroclastiques à l'ouest et au sud du bassin central de Luçon et dans le nord des terres basses de Bicol. Parfois les marnes et tufs remaniés prédominent et comprennent aussi des graviers de terrasses côtières et fluviales. La faune comprend *Globorotalia truncatulinoides*, *Sphaeroidinella dehiscentis*, *Cycloclypeus carpenteri*, *Alveolinella*, etc. Les roches volcaniques du Pliocène-Quaternaire comprennent des basaltes de plateau, andésites à pyroxène de cônes inactifs, culots dacitiques et andésitiques, dykes basaltiques, etc., associés à des couches pyroclastiques et des dépôts volcaniques de piémont.

Les roches volcaniques cénozoïques de Corée sont constituées de basaltes de plateau, de quelques laves andésitiques et tufs qui datent surtout du Quaternaire, qui peuvent aussi comprendre certaines coulées du Tertiaire supérieur.

En Chine, cette subdivision est représentée par des dépôts continentaux du type molasse qui se sont développés dans l'ouest de la Chine (surtout dans le nord-ouest) où ils se sont accumulés dans les bassins tectoniques et les dépressions et plaines de l'avant-pays. Ce sont surtout des grès, argiles et siltstones à la partie inférieure, tandis que les roches clastiques grossières et les conglomérats prédominent à la partie supérieure. Dans les bassins de Dzoungarie et Tsaidam, il y a aussi de minces couches de calcaires et des dépôts salins.

Les dépôts sédimentaires cénozoïques non différenciés dans la partie sud de la Mongolie et du nord de la Chine (Gobi et Gobi-Altaï) sont représentés par des calcaires et des strates clastiques continentales, consolidées ou non, qui comprennent des conglomérats, grès, sables, argiles et quelques graviers.

Les roches volcaniques cénozoïques sont très répandues dans le nord et l'est de la Mongolie et dans le nord et l'est de la Chine où des coulées de laves basaltiques, andésitiques et doléritiques sont associées à des dépôts continentaux du Paléogène, Néogène et Pléistocène. Les basaltes de plateau du Cénozoïque couvrent d'assez grandes surfaces dans l'est de la Mongolie et le nord-est de la Chine, y compris la Mongolie intérieure, le Ki-lin et l'Hei-long-kiang en Mandchourie.

À Taiwan, le Pléistocène est représenté par la formation de Toukoshan composée de conglomérats fluviaux ou deltaïques, sables grossiers, quelques vases et shales. D'après certaines données récentes, cette formation pourrait appartenir au Pléistocène inférieur.

## QUATERNAIRE

En Iran, les dépôts quaternaires sont très répandus et comprennent des alluvions de vallée et de plaine, terrasses marines et sédiments côtiers, cônes d'éboulis, dépôts de boues et de sels, dunes de sable et loess. Les coulées de laves quaternaires sont basaltiques ou andésitiques.

En Afghanistan, la partie inférieure du Quaternaire est représentée par des argiles bigarrées et grises, sables, conglomérats et siltstones du Pléistocène qui se sont développés dans certaines dépressions tectoniques (Mazar-i-Charif, Kaboul,

etc.). Dans les dépressions, les dépôts les plus jeunes comprennent des sédiments fluviaux et de talus, du loess et quelques tufs. Les dépôts récents comprennent généralement des dépôts continentaux non consolidés d'origine différente, surtout alluviaux. Dans le sud-ouest, on trouve des dépôts éoliens et des dunes de sable. Dans les régions du sud, les sédiments du Quaternaire sont associés à des roches volcaniques. Des coulées dacitiques et andésitiques et des tufs apparaissent sur de grandes étendues au nord des Chagai Hills dans l'extrême sud de l'Afghanistan.

Au Pakistan - Occidental, le Pléistocène est représenté par des sédiments clastiques du type molasse déposés dans les dépressions. Ils reflètent l'orogénie himalayenne. Ce sont des dépôts peu ou point consolidés, qui comprennent des shales, grès, conglomérats, sables, argiles et galets, ainsi que quelques formations marines littorales, des dépôts alluviaux plus anciens de vallées et de plaines et quelques loess et des sables éoliens. Les roches volcaniques du Pléistocène dans le Chagai (Baloutchistan) comprennent des agglomérats, tufs et laves andésitiques. Les dépôts récents sont représentés par des alluvions, des dépôts côtiers, deltaïques et de marée, des dunes de sable et d'autres matériaux superficiels non consolidés. Les dépôts pléistocènes de la formation de Karewa au Cachemire et les Himalayas ont, à la base, une origine d'eau douce, et, dans le haut, une origine lacustre. Ils contiennent des dépôts glaciaires intercalés. La flore comprend *Trapa*, *Vallisneria* et *Garophyta*, etc., et la faune *Equus*, *Elephas namadicus*, *Sivatherium*, etc.

Le Pléistocène de l'Inde comprend des dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires dans la région himalayenne, des dépôts de latérite dans la péninsule du Deccan et du loess et des alluvions plus anciennes dans les plaines de l'Indus et du Gange. Les dépôts récents comprennent des récifs coralliens, des alluvions plus récentes, des dépôts côtiers, de récents dépôts glaciaires, des dunes de sable et d'autres sédiments superficiels.

Au Népal, les sédiments pêle-mêle glaciaires et alluviaux du fleuve Kali-Gandak forment le Pléistocène et le Quaternaire récent (représentés sur la carte comme appartenant au Néogène-Quaternaire), tandis que les alluvions de la plaine du Gange sont représentées comme appartenant au Quaternaire récent.

Les dépôts pléistocènes de Ceylan comprennent des graviers marbrés, des dépôts de terre rouge (sable rouge et argiles) et de la latérite. Le Quaternaire récent contient les alluvions, dépôts résiduels, sables côtiers et des sols latéritiques.

En Birmanie, les dépôts du Pléistocène sont représentés par les graviers du Plateau (ce sont en majorité des sables ferrugineux à galets) et, associés à la terre rouge de la région du Plateau, les blocs erratiques de Uru et quelques latérites et alluvions plus anciennes. Le Quaternaire récent comprend des alluvions superficielles et des dépôts côtiers.

Les dépôts du Quaternaire de Thaïlande, de la République khmère, du Laos et du Viêt-nam sont représentés en grande partie par des alluvions, dépôts lacustres et quelques latérites. Les dépôts alluviaux les plus épais se trouvent dans les deltas du Mékong et de la région du Tonkin et dans le bassin de la rivière Chao Phraya. Le centre et l'ouest de la République khmère sont en grande partie recouverts par les alluvions du bassin du Tonlé Sap. Des dépôts

côtiers et sables de plage se sont développés le long des rivages de la Thaïlande, de la République khmère et du Viêt-nam.

En **Malaysia occidentale**, le Quaternaire est représenté à l'intérieur principalement par des alluvions fluviales récentes, mélangées à des dépôts marins côtiers le long du rivage.

A **Bornéo**, le Quaternaire comprend surtout des alluvions récentes qui recouvrent des plaines alluviales très étendues et des dépôts côtiers. Les roches volcaniques du Quaternaire sont surtout des coulées de laves andésitiques, parfois basaltiques, et des dépôts pyroclastiques.

Dans les îles de l'**Indonésie**, les sédiments quaternaires comprennent des alluvions, dépôts de terrasse et côtiers, récifs coralliens ; ces derniers constituent un caractère important de la moitié est de l'archipel. A Java, les dépôts terrestres du Pléistocène ont conservé des fossiles hominides *Meganthropus paleojavanicus*, *Pithecanthropus sp*, *Homo soloensis*, etc. *Stegodon trigonocephalus florensis* est connu à Flores. L'activité volcanique du Quaternaire a été presque continue du Pléistocène au Quaternaire récent et s'est étendue à tout l'archipel indonésien. Les produits volcaniques quaternaires, dont la composition va de la roche basaltique à la roche dacitique-rhyolitique dans la plupart des îles, proviennent d'un magma calc-alkalin du type Pacifique. Bien qu'on puisse distinguer des régions où les roches basiques, ou intermédiaires - basiques sont prédominantes, on observe souvent, à l'intérieur d'un même cycle volcanique, un passage plus ou moins rapide des produits basiques aux produits acides. Les roches volcaniques non classées de Java, Bali, Lombok, Sumbawa, Sulawesi et Halmahera, comprennent des roches volcaniques basiques-intermédiaires du type Pacifique calc-alkali, associées à des roches volcaniques à potasse du type méditerranéen, y compris des leucites basanites, téphrites, trachytes et porphyres à syénite.

Dans l'**Irian occidental**, les dépôts alluviaux du Quaternaire récent couvrent de vastes étendues dans les plaines et les vallées côtières. Des dépôts de boues volcaniques ont été reconnus dans les montagnes de Van Rees à l'est de la baie de Geelvink. Sur les îles de Noemfoor et Biak au nord de la baie de Geelvink, les roches les plus jeunes comprennent des récifs coraux récemment soulevés.

Aux **Philippines**, les sédiments quaternaires sont représentés par des alluvions récentes, des dépôts fluviaux lacustres et côtiers, des récifs coraux soulevés et des atolls. Les roches volcaniques quaternaires comprennent principalement des volcans actifs et leurs produits, qui sont surtout des coulées de laves basaltiques et andésitiques et des tufs.

Au **Japon**, le Pléistocène comprend des dépôts à prédominance continentale, parfois marins, composés surtout de sédiments grossiers. Ils contiennent localement des bancs de lignite et sont souvent associés à des matériaux volcaniques et à des dépôts du Quaternaire récent dans les plaines alluviales et côtières. Au Japon, le volcanisme s'est manifesté au Quaternaire dans les mêmes régions qu'au Néogène. Plus de 200 volcans ont fait leur apparition pendant le Quaternaire et 50 d'entre eux ont été actifs à l'époque historique. Les produits des éruptions sont surtout de nature calc-alkaline et leur composition est acide ou basique-intermédiaire.



En Chine, le Pléistocène est représenté par des alluvions dans les plaines et vallées, loess, moraines, drifts et dépôts fluviaux-glaciaires, quelques dépôts de cavernes, des dépôts éoliens et des dunes de sable. Dans le nord de la Chine les dépôts de Chou-kou-tien du quatrième cycle d'érosion contiennent des restes de *Sinanthropus pekinensis*, *Elephas*, *Rhinoceros*, etc., qui appartiennent au début du Pléistocène et se rencontrent dans des cavernes isolées. Le cinquième cycle qu'on ait reconnu dans le nord de la Chine commence avec l'étage d'érosion de Chingshui, auquel a succédé le dépôt de Malan qui couvre de très vastes étendues dans le nord de la Chine. Il contient *Helix*, *Mastodon*, *Bos*, etc. Le lehm de la terrasse haute (20 m) de la vallée inférieure du Yang-tseu a produit *Traumatophora*, *Ganesella*, *Opeas*, etc. Trois glaciations successives au moins, séparées par des périodes interglaciaires, sont représentées par des dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires. Les dépôts du Quaternaire récent sont représentés par les alluvions des terrasses inférieures et des plaines basses, des dépôts éoliens, dunes de sable et autres matériaux superficiels. L'activité volcanique durant le Pléistocène s'est traduite par des coulées de basalte, qui occupent une surface assez importante dans le sud du Kouang-tong et dans l'île de Hai-nan.

A Taïwan, les dépôts pléistocènes post-orogéniques qui se sont formés après l'orogénie du début du Pléistocène comprennent des graviers et des dépôts latéritiques et des dépôts marins le long de la côte. Un volcanisme actif durant le Pléistocène s'est traduit par la formation de laves andésitiques et de dépôts pyroclastiques à Taïwan et des basaltes de plateau dans les îles de Penghu à l'ouest de Taïwan. Les dépôts récents sont surtout des alluvions, dépôts côtiers et calcaires coralliens.

En Mongolie, les dépôts quaternaires comprennent des alluvions dans les vallées, dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires dans les régions de montagne, sédiments lacustres, loess et dunes de sable dans le sud de la Mongolie. Les coulées basaltiques ou quaternaires sont réparties dans tout le centre et le nord de la Mongolie.

### 3. Roches intrusives

#### PRECAMBRIEN

Presque partout les roches métamorphiques et cristallines du Précambrien, particulièrement celles du Précambrien C (généralement Archéen) et du Précambrien B (généralement Protérozoïque inférieur), sont souvent granitisées et migmatisées et l'on y observe des intrusions de grandes masses de roches granitiques qui datent aussi du Précambrien. Des massifs de roches basiques et ultrabasiques métamorphisées du Précambrien s'y sont intercalés. Sur la carte, la plupart de ces roches n'ont pas été distinguées des roches métamorphiques et cristallines du Précambrien, mais, dans quelques cas, les granites du Précambrien occupent des surfaces suffisamment importantes pour mériter d'être représentées.

On connaît de grandes intrusions de roches basiques et ultrabasiques précambriennes dans le Cachemire et dans la partie nord-est de l'Inde péninsulaire. Dans la péninsule, les roches basiques et ultrabasiques du Précambrien comprennent les suivantes : anorthosite, labrodorite-pyroxène, gabbro-anorthosite, norites, diorites, etc., dont l'âge est postérieur au Dharwar. Le système de Dharwar lui-même comprend des roches éruptives et métavolcaniques basiques, métamorphisées et plissées. Dans les plus anciennes intrusions acides figurent les gneiss de Champion (granites gneissiques et porphyroïdes en petits batholites et en tumuli) et les gneiss péningulaires (granites, granites gneissiques, granodiorites) et leurs équivalents. Les granites du Précambrien plus récent sont représentés par les granites de Closepet, Myllem, Erinpurna, Singhbhum, etc.

Les charnockites, qui ont pris une grande extension dans le Précambrien de l'Inde péninsulaire et de Ceylan, comprennent une série de roches de composition variable (acide à ultrabasique) qui sont caractérisées par la présence d'hypersthène. Il y a de grandes divergences d'opinion sur l'origine de ces roches ; d'abord considérées comme d'origine éruptive, de nombreux chercheurs pensent maintenant qu'elles sont le résultat du métamorphisme et de la recrystallisation de différents types de roche.

En Birmanie, les intrusions acides précambriennes sont représentées surtout par des granites associés à des pegmatites et d'autres syénites plus anciennes.

Au Laos et au Viêt-nam, les roches ignées précambriennes, associées aux gneiss du complexe du socle, affleurent sur de vastes étendues dans le nord. Ce sont surtout des granites plagioclases foliés, des gneiss granitisés et des granites.

En Chine, les affleurements des intrusions granitiques précambriennes couvrent de grandes surfaces bien que, sur la carte, ces roches ne soient pas distinguées des roches métamorphiques et cristallines précambriennes. Les plutons granitiques les plus anciens comprennent le granite de T'ai-chen, constitué surtout par des biotites, granites gneissiques et gneiss granitisés, qui ont envahi les roches métamorphiques du complexe de T'ai-chen du nord de la Chine et des structures analogues situées dans d'autres régions. Des roches granitiques plus jeunes ont pénétré dans la série de Wou-t'ai et on leur attribue un âge compris entre  $1800 \pm 100$  millions d'années ; certaines datations radio-métriques indiquent la présence de migmatites granitiques plus anciennes (2 560 millions d'années) dans la partie inférieure de la série de Wou-t'ai. L'âge absolu du granite de Rapakivi pré-Sinien dans le nord-est de la Chine est de 1 320 millions d'années. Les intrusions plutoniques acides qui ont disloqué les roches supérieures du Précambrien sont composées de granites, granites plagioclases et, à un moindre degré, de granodiorites qui ont en général une texture gneissique. Ces roches sont accompagnées de pegmatites et aplites et forment souvent des zones étendues de migmatites et des roches granitisées. Les roches métamorphiques plus jeunes de la série de Huto dans le Chan-si et le Ho-pei ont aussi été le siège d'intrusions de granites gneissiques. Les autres roches intrusives de l'époque pré-sinienne (Protérozoïque) comprennent d'importantes intrusions de granite et de petits massifs de granite syénite et diorite.

En Mongolie, les roches intrusives du Précambrien sont concentrées surtout dans le nord et le nord-est du pays. Des pods, lentilles et batholites de petites dimensions de roches ultrabasiques et basiques (péridotites, pyroxénites et gabbros) affleurent dans le nord, à l'ouest du lac d'Hobsogol, et sont classées dans le Précambrien A (Protérozoïque supérieur). On observe des intrusions de granites, gneiss granitisés et granites binaires associées en discordance avec les roches du Protérozoïque moyen et supérieur. Ces intrusions forment de grands batholites ainsi que de petits massifs éparpillés contenant d'importantes zones de migmatites.

Le système des gneiss granitisés de Corée est représenté sur la carte comme des roches intrusives précambriennes : il est constitué de granites, granites gneissiques, gneiss granitisés, roches migmatiques et métamorphiques granitisées, et gneiss et schistes cristallins dont l'âge est sensiblement le même que celui des roches de la subdivision du Précambrien C.

## PRECAMBRIEN-PALEOZOIQUE

En Iran, les roches intrusives les plus anciennes datent du Précambrien-Paléozoïque et comprennent des intrusions précambriennes et peut-être cambriennes. Ce sont surtout des granites, biotites et granites à deux micas, parfois de nature assez variée depuis la granodiorite jusqu'au granite alcalin et au granite à pegmatite à grains grossiers riche en feldspath. L'âge de ces roches est incertain ; elles sont certainement plus jeunes que les roches métamorphiques

précambriennes, mais plus anciennes que certaines roches cambriennes et éocambriennes.

En Inde, les granites de Jalor et de Siwaria et leurs équivalents dans le Rajasthan composent la suite éruptive de Malani, qui est probablement de la fin du Précambrien ou du début du Cambrien.

## PALEOZOIQUE

En République khmère, au Laos et au Viêt-nam les roches basiques paléozoïques ne se trouvent que dans les régions d'activité volcanique du Paléozoïque-Trias ; elles comprennent des roches intrusives basiques et des roches extrusives qui leur sont associées (andésites, dolérites, gabbros, micro-gabbros, etc.) ; on les rencontre sous forme de dykes, filons-couches, petites intrusions laccolithiques, coulées de lave, etc., qui se sont mis en place surtout à la fin du Carbonifère, au Permien et au début du Trias. Dans la plupart des régions de la République khmère, du Laos et du Viêt-nam, on observe, au Paléozoïque, des intrusions très importantes de granite et de granodiorite du cycle orogénique hercynien qui se sont produites sans doute au milieu du Carbonifère. Dans l'ouest du Laos (au sud-ouest de Luang Prabang), ce groupe comprend également des roches intrusives du Permien (?) et du début du Trias constituées de tonalite-granodiorite avec des affinités monzonitiques et dioritiques, qui se sont formées pendant la première phase de l'orogénie indonésienne.

Au Japon, les intrusions de la fin du Paléozoïque et du début du Mésozoïque sont représentées par des gneiss granitisés et quelques granites dans le complexe métamorphique des montagnes de Hida et d'Abakuma. Elles contiennent aussi quelques granodiorites de texture cataclastique. On attribue au Permien ou au pré-Permien certaines intrusions de ce groupe.

En Chine, les intrusions paléozoïques comprennent surtout des roches granitiques associées à des roches ultrabasiques et basiques de phases mafiques. Elles se trouvent en grande quantité dans les ceintures plissées où elles forment de vastes batholites et des plutons de moindres dimensions en concordance ou en discordance massive. La plupart des batholites sont complexes et offrent une grande variété de structure, composition et âge. Au centre (Nan-chan) et dans le sud-est de la Chine, les roches paléozoïques intrusives les plus anciennes sont des périodotites et des gabbros du Cambrien. Les intrusions synorogéniques y comprennent des granites et des granodiorites pré-siluriens. A la fin de la période orogénique pré-dévonienne, les granites, hornblendes à biotite, granodiorites et quelques diorites ont formé de vastes batholites concordants. Dans le Ts'in-ling-chan, le Kouen-louen, et l'est du T'ien-chan, au centre et dans le nord-ouest de la Chine, les intrusions granitiques paléozoïques sont nombreuses et très étendues. Elles forment de vastes plutons et de petits appareils linéaires. Leur mise en place s'est produite surtout à la fin du Paléozoïque, bien que l'on rencontre des granites et des roches ultramafiques et mafiques du début du Paléozoïque (Cambrien-Silurien). Les granites synorogéniques du Carbonifère sont parfois caractérisés par une texture gneissique et cataclastique. Les roches granitiques permienues, dans un contexte de la fin de la période orogénique, comprennent des biotites à grains grossiers, granites à hornblende, granites à

hornblende-biotite, granodiorites et quelques diorites. En Mandchourie, dans le nord-est de la Chine, les roches granitiques paléozoïques forment un énorme batholite continu qui s'étend sur plus de 1 000 kilomètres en direction du nord-est et dont la largeur atteint plusieurs centaines de kilomètres. Les corrélations géologiques indiquent qu'il a fallu un temps prolongé pour la mise en place de ces roches granitiques, qui comprennent des granites à biotite à grains fins ou grossiers, granites à hornblende, granites à hornblende-biotite, granodiorites et granites à deux micas avec pegmatites, aplites, diorites quartziques, granites gneissiques et granites porphyroïdes. La plus grande partie de ces roches a probablement été mise en place à la fin du Paléozoïque, mais certaines peuvent être plus anciennes.

En Mongolie, les roches granitiques paléozoïques affleurent sur de vastes étendues, mais c'est dans le nord de la partie centrale de la Mongolie et dans la chaîne de l'Altai, à l'ouest, qu'on rencontre les affleurements les plus importants et probablement les plus grands volumes de roches granitiques où elles forment de grands batholites et des massifs plus modestes. Des études détaillées récentes ont montré la complexité interne des batholites paléozoïques aussi bien en ce qui concerne leur âge que leur composition, et qu'ils étaient constitués d'un grand nombre de plutons discrets qui, d'après leur âge, peuvent être divisés en trois groupes datant respectivement du début, du milieu et de la fin du Paléozoïque. L'ensemble principal de roches granitiques du début du Paléozoïque dans le nord, le nord-ouest et le centre de la Mongolie comprend des granites plagioclases, granodiorites et quelques granites datant du milieu à la fin du Cambrien, qui présentent parfois une texture gneissique et cataclastique ; mais on rencontre aussi des ensembles plus modestes de roches ordoviciennes, surtout de la leucobiotite et des granites binaires. Dans la chaîne de l'Altai, à l'ouest, et dans quelques régions du sud de la Mongolie, des granites ordoviciens et quelques granodiorites forment des massifs batholitiques d'une assez grande dimension.

Les intrusions ultramafiques et mafiques (surtout des pods, dykes et petits batholites) du Paléozoïque inférieur peuvent être rattachées à la phase granitique qui s'étend du milieu à la fin du Cambrien, mais certaines intrusions se rattachent au système spilite-diabase du Cambrien inférieur. Les roches plutoniques du milieu du Paléozoïque s'étendent du Silurien au début du Carbonifère et présentent une grande variété de formes, structures et compositions et souvent des phases mafiques différentes. On trouve aussi quelques petits plutons discrets de péridotites, pyroxénites, gabbros et gabbro-diorites qui sont ou bien contemporains des phases granitiques ou un peu plus anciens. C'est surtout au cours du Dévonien que les roches granitiques du Paléozoïque moyen ont été mises en place (granites, granodiorites, tonalites, quelques leuco-granites et syéno-granites du milieu et de la fin du Dévonien), mais il y a aussi des massifs granitiques qui datent de la fin du Silurien, de la période post-dévonienne et du début du Carbonifère. Dans le nord-est, quelques intrusions batholitiques du milieu du Dévonien sont constituées de syéno-granites, syénites et quelques syénites alcalines à néphéline. Les roches plutoniques de la fin du Paléozoïque contiennent aussi des intrusions mafiques qui ne sont pas sans relation avec les roches granitiques dominantes. Ces dernières, dont la composition et l'âge sont complexes, sont très répandues dans le centre de la Mongolie, où elles forment de vastes batholites, tandis que des plutons de plus petites dimensions sont

disséminés sur la majeure partie du pays. Les granites se sont formés à la fin du Carbonifère ; la plupart des intrusions granitiques de cette époque comprennent des granites à grains moyens ou grossiers, des granodiorites, avec des biotites ou, à la fois, des biotites et hornblendes, qui ont parfois une texture porphyroïde. Les roches granitiques du Permien sont surtout des granites et granodiorites avec quelques diorites qui forment des intrusions peu profondes associées aux roches volcaniques.

## MESOZOIQUE

En Iran les intrusions mésozoïques comprennent des roches qui sont probablement de la fin du Jurassique (biotite-granodiorite, granite) et des roches de la fin du Crétacé (diorites, parfois porphyroïdes).

Une activité éruptive considérable a commencé vers la fin du Crétacé dans les Himalayas, et les granites, et en particulier les roches basiques de cette période, constituent peut-être une partie des granites non différenciés des Himalayas.

En Inde et en Birmanie, on a reconnu une activité éruptive au Crétacé en Assam et dans la ceinture Arakan-Andaman, avec des intrusions de roches basiques et ultrabasiques qui sont surtout des péridotites et serpentines contenant localement de la chromite. Dans le nord de la Birmanie, ce sont surtout des péridotites serpentinisées, dunites, pyroxénites et amphibolites. Dans les îles Andaman et Nicobar, on trouve des gabbros, serpentines et péridotites à enstatite dans une zone qui se prolonge vers le sud-est jusqu'à Sumatra et Java.

Les intrusions mésozoïques dans le sud-ouest et le nord de la République khmère ont formé de petits massifs batholitiques d'adamellite porphyroïde à gros grain, granite à biotite et granodiorite. Ces intrusions, qu'on datait autrefois de la fin du Crétacé, sont maintenant classées au début du Jurassique.

Des datations récentes de roches intrusives dans le nord du Viêt-nam ont mis en évidence une période d'activité magmatique au Jurassique - début du Crétacé. (gabbros, granites) et une autre à la fin du Crétacé - Paléogène (granites). On ne trouve ces roches que dans l'extrême nord du Viêt-nam ; elles sont représentées sur la carte comme appartenant au Paléozoïque.

En Thaïlande, des intrusions basiques et ultrabasiques du Mésozoïque (dykes, plugs et petits batholites) se rencontrent dans le nord et le nord-est et contiennent des diorites, gabbros et pyroxénites partiellement serpentinisées. L'âge de ces roches est incertain, mais la corrélation géologique suggère le Mésozoïque, post-Trias.

Au Japon, les intrusions acides crétacées sont les plus étendues et les plus importantes quant à la minéralisation des minerais. Elles se sont développées le long de lignes tectoniques nord-sud dans la partie nord-est du Japon et forment de vastes batholites dans le sud-ouest. Les roches principales sont des granites et granodiorites.

En Corée, les roches plutoniques mésozoïques sont généralement représentées par des granites du Jurassique et des granites, granodiorites, et quelques diorites reliées aux roches hypabyssales porphyroïdes du Crétacé.

En Chine, les roches granitiques mésozoïques sont en général confinées à une ceinture intrusive qui se trouve sur la marge est et sud-est du continent et qui s'étend depuis la région côtière du sud-est de la Chine (y compris l'île de Hai-nan) à travers le Chan-tong et la Corse jusqu'à la chaîne de Sikhote-Alin', dans la partie est de l'URSS. On observe des ramifications de la ceinture principale dans le Ts'in-ling-chan et l'Inchan (est de la Chine). La ceinture est caractérisée par de nombreux réservoirs magmatiques peu profonds et des batholites de roches granitiques mésozoïques associées à de petits massifs de gabbros et de gabbro-diorites qui datent probablement du Jurassique. C'est probablement au début du Crétacé qu'ont eu lieu les intrusions granitiques ; mais on a identifié des intrusions de granite et de granodiorite de la fin du Jurassique. L'ensemble le plus important de roches du début du Crétacé comprend des granodiorites et leuco-granites à biotite, généralement à grains grossiers, auxquels succèdent des granites aplitiques, porphyres granitisés, porphyrites-granodiorites, etc., qui représentent les phases les plus jeunes de l'activité intrusive du début du Crétacé. En certains points, les granites et granodiorites sont associés à des granites felsitiques, syénites, diorites et quelquefois granites porphyroïdes et porphyres granitisés. Les roches les plus jeunes de la fin du Crétacé sont en général représentées par des intrusions peu profondes de leuco-granites, granites felsitiques, porphyres granitisés et de porphyres quartzifères, et parfois de porphyrites-granodiorites et de porphyres-syénites.

En Mongolie, les roches mafiques mésozoïques forment de petits massifs (batholites, plugs, etc.) qui se sont mis en place surtout au Trias et au début du Jurassique. Les roches granitiques mésozoïques sont post-orogéniques et sont en général plus alcalines que les roches plus anciennes. Elles forment des massifs en discordance de différentes dimensions et formes et sont surtout confinées aux zones de faille. Les roches granitiques du Trias, leuco-granites, granites, granodiorites, grano-syénites et quelques diorites forment de vastes plutons dans le nord et le nord-est de la Mongolie et des massifs plus petits dans le sud. La phase intrusive du milieu du Jurassique s'est traduite par la formation de leuco-granites alcalins, granites à biotite - hornblende à grains grossiers et à texture porphyroïde, de quelques granodiorites et roches plutoniques felsitiques voisines. Les roches intrusives plus récentes forment de petits batholites, dykes, plugs et laccolithes et autres intrusions peu profondes constituées de granites, syénites granitisées, porphyres granitisés et autres roches porphyroïdes de la fin du Jurassique ; localement certaines de ces roches appartiennent probablement au début du Crétacé.

## PRE-TERTIAIRE

Les roches intrusives du pré-Tertiaire affleurent dans l'ouest et le centre de Bornéo où elles forment un massif batholitique très étendu, où subsistent quelques vestiges isolés de la couverture antérieure, constitué de roches métamorphisées du Carbonifère-Permien. Au nord, ce massif est composé surtout de diorites, diorites quartziques, quelques syénites et granites aplitiques et alcalins. La partie sud est occupée par des granites, granodiorites, tonalites et porphyres quartzifères.

Au **Japon**, les intrusions basiques et ultrabasiques pré-tertiaires comprennent des péridotites, pyroxénites, hornblendites, gabbros, gabbrodiorites mis en place au cours d'une longue période liée à l'activité éruptive qui s'est déroulée au Japon entre la fin du Paléozoïque et le début du Mésozoïque et du Crétacé-Jurassique et probablement à la fin du Mésozoïque.

## CRETACE-TERTIAIRE

En **Iran**, les intrusions ultrabasiques de l'ensemble de roches appelées "Coloured Melange" (coulées de laves basiques et intrusions de serpentines associées à des marnes, shales calcaires et cherts à radiolaires) composent une partie de la formation ophiolitique du Crétacé supérieur-Paléogène (peut-être du Crétacé supérieur).

Au **Pakistan-Occidental**, les roches basiques et ultrabasiques de la ceinture axiale, qui comprend les chaînes de montagnes qui s'étendent entre le Baloutchistan et le bassin inférieur de l'Indus, ont une composition qui varie de la diorite et du gabbro à la péridotite serpentinisée et elles sont parfois associées à des roches volcaniques. Il semble que ces intrusions datent ou bien de la fin du Crétacé ou du début du Paléogène. Au Baloutchistan (Chagai) des intrusions magiques du même âge sont constituées surtout par des filons-couches, dykes et tumuli. Dans cette région, les intrusions granitiques se sont produites à diverses époques depuis le Crétacé et ont pris fin probablement à l'Oligocène. La composition de ces roches varie du granite à la granodiorite et à la diorite avec la présence de monzonite. Les roches les plus jeunes (post-Eocène) sont plus alcalines que celles du Crétacé.

Aux **Philippines**, les roches plutoniques mafiques et ultramafiques non différenciées du Crétacé-Paléogène sont en majeure partie des péridotites associées avec des dykes anciens de gabbro et diabase. En certains endroits (monts Zambales, à l'ouest de Luçon), elles forment des intrusions litées complexes qui ont été forcées parfois à la faveur de failles dans des formations tertiaires ou de roches plus anciennes.

## TERTIAIRE

En **Iran**, les granites et les granodiorites tertiaires forment des massifs intrusifs de petites dimensions, surtout dans le nord de l'Iran ; certaines de ces intrusions sont post-éocènes et il y en a même qui ne datent que du Pliocène.

Dans la région himalayenne de l'**Afghanistan**, de l'**Inde** et du **Pakistan-Occidental** une activité éruptive considérable a commencé vers la fin du Crétacé et s'est développée surtout pendant le début du Tertiaire, et des intrusions de roches basiques et de grandes masses de granites (surtout des granites à tourmaline) se sont produites au nord et au centre des Himalayas.

Des intrusions tertiaires dans le nord-est et le centre de la **Thaïlande**, représentées par des tumuli et de petits batholites de diorites et de diorites quartziques, pénètrent dans la série de Khorat et dans les roches plus anciennes.



En **Irian occidental**, les intrusions de granites et de diorites quartziques tertiaires se rencontrent surtout dans le nord-ouest (Vogelkop). Elles sont composées de granites, granodiorites, monzonites et, localement, de diorites quartziques parfois accompagnées de dykes de roches porphyroïdes. La majeure partie de ces intrusions est certainement postérieure au Mésozoïque et peut-être au début du Miocène.

Aux **Philippines**, les intrusions tertiaires comprennent les roches dioritiques paléogènes et néogènes. Les roches intrusives paléogènes sont surtout composées de diorites quartziques et, dans l'est de Luçon, de granodiorites et de monzonites quartziques, à Palawan. Les intrusions néogènes sont constituées surtout de diorites quartziques intra-miocènes dans des batholites, laccolithes, filons-couches et dykes. On trouve aussi des faciès de granodiorite, porphyre dioritique et dacite de la fin du Miocène.

### ROCHES NON DATEES OU NON DIFFERENCIEES

En **Iran**, la plupart des intrusions basiques et ultrabasiques non datées sont probablement associées aux ophiolites de la fin du Crétacé-Paléogène, tandis que les roches granitiques d'âge incertain peuvent dater du Précambrien au Tertiaire.

Dans le sud et le sud-est de l'**Afghanistan**, les intrusions basiques et ultrabasiques représentent un magmatisme initial, qui, sous la forme d'ophiolites, s'est prolongé, depuis la fin du Crétacé, pendant tout le Paléogène. Il est probable que bien des granites du centre de l'Afghanistan sont de cette époque ainsi que l'activité volcanique qui s'est manifestée à l'ouest de la partie centrale. Dans la partie afghane du géosynclinal Indus-Baloutchistan la présence de granites n'a pas encore été démontrée. Dans l'est de l'Afghanistan (Hindu-Kuch), les roches granitiques paléozoïques peuvent être associées à l'orogénie hercynienne. Dans le nord du pays, des roches granitiques d'âge inconnu font intrusion dans un socle complexe paléozoïque fortement déformé et métamorphisé.

Dans la région montagneuse du nord du **Pakistan-Occidental** (Hazara, Hindu-Kuch) des intrusions acides non différenciées comprennent des granites et des granites gneissiques, qui datent peut-être du Précambrien, et des granodiorites, syénites et diorites, qui sont probablement du début du Tertiaire.

Les granites himalayens de l'**Inde** et du **Népal** sont constitués par des produits non différenciés d'activités éruptives au cours de différentes périodes. La plus grande partie est composée de granites à tourmaline et hornblende qui ont fait intrusion à la fin de l'Eocène et au Miocène. Certains de ces granites datent probablement du Crétacé ou lui sont antérieurs, car ils ont fourni les matériaux des conglomérats du Paléogène du Kara Koram et des chaînes trans-himalayennes.

Au **Népal**, les roches granitiques non différenciées comprennent des granites à biotite, qui sont probablement du Crétacé ou plus anciens, des granites à tourmaline (région de Katmandou), les granites Mustang et Manasulu, qui sont associés aux dernières phases de l'orogénie alpine durant le Tertiaire (très probablement fin de l'Eocène et du Miocène).

En Birmanie, des intrusions basiques non datées comprennent des gabbros et d'autres roches cristallines basiques, généralement associées avec des roches métamorphiques précambriennes.

Des intrusions de péridotites et de serpentines altérées non datées affleurent dans l'extrême nord-est du Laos où leurs massifs s'alignent le long d'une ligne structurale nord-ouest-sud-est, qui se prolonge jusqu'au Viêt-nam.

Les roches intrusives acides non différenciées qui affleurent dans le sud du Viêt-nam comprennent généralement des gneiss granitisés et des granites gneissiques non différenciés du Précambrien et peut-être du Paléozoïque, des granites alcalins, qui sont probablement du début du Paléozoïque, et, localement, des syénites, granodiorites et granites du début et du milieu du Carbonifère associés à des monzonites, tonalites, diorites et quelques roches basiques moins importantes.

Les granites non différenciés de l'est de la Thaïlande (à l'est du bassin de Chao Phraya) ne contiennent pas d'étain ; ce sont des granites carbonifères, granodiorites, et granites du Trias et, probablement, des granites du Tertiaire. Des datations isotopiques récentes montrent que les granites au nord-est du golfe de Thaïlande appartiennent surtout au Trias ou sont plus anciens ; leur âge est de 180 à 198 millions d'années, tandis que certains granites moins importants sont peut-être du Tertiaire avec un âge de 723 millions d'années.

Un caractère particulier de l'Asie du Sud-Est est une ceinture d'intrusions granitiques stanifères qui s'étend vers le sud depuis le sud de la Chine (Yun-nan), à travers l'est de la Birmanie, à l'ouest et dans la partie péninsulaire de Thaïlande, en Malaysia occidentale jusqu'aux "îles de l'étain" d'Indonésie dont les plus grandes sont Bangka et Billiton. Cette ceinture, qui forme la fameuse province métallogénique du Sud-Est asiatique, est la partie du monde qui produit la plus grande quantité d'étain. Affleurant à l'intérieur de cette ceinture se trouvent des roches granitiques très différenciées qui forment des plutons allongés dispersés. Les corrélations géologiques et datations radiométriques indiquent qu'elles ont été mises en place en différentes phases durant une période prolongée qui s'est étendue depuis le Paléozoïque jusqu'au Tertiaire. Les assemblages principaux de roches granitiques datent du Carbonifère (300-285 millions d'années), du Trias (230 - 175 millions d'années) et de la fin du Crétacé-début du Tertiaire (85-48 millions d'années). Certaines recherches récentes permettent de croire qu'il existe localement des granites de la fin du Jurassique-début du Crétacé (145-120 millions d'années) et que les deux phases au cours desquelles s'est formé le granite au cours du Trias se situent l'une au début ( $230 \pm 6$  millions d'années) et l'autre à la fin ( $199 \pm 2$  millions d'années). La présence de galets de granites dans quelques sédiments siluriens carbonifères laisse penser qu'il doit exister des granites plus anciens dans cette région. La composition des granites varie depuis les calcaires alcalins monzonitiques jusqu'aux calc-alcalins à l'intérieur d'un même massif. Localement, certaines roches granitiques ont des phases mafiques qui n'ont pas été distinguées sur la carte des phases granitiques principales. Les granites carbonifères qui ont fait intrusion dans les roches du Paléozoïque inférieur sont parfois des gneiss à foliation plane caractérisés par l'abondance de biotites et de phénocristaux de feldspath remarquables. Les granites triasiques sont généralement des granites à biotite-hornblende, la hornblende étant plus importante que

la biotite, tandis que dans les roches plus jeunes de la fin du Crétacé - début du Tertiaire, ce sont généralement des granites binaires ou à biotite qui présentent souvent une texture porphyroïde grossière.

D'après le concept des relations d'âge entre les dépôts primaires d'étain et les roches granitiques en Thaïlande, les granites de la fin du Crétacé et du début du Tertiaire sont le réservoir principal de gisements d'étain exploitables, bien que des granites plus anciens soient aussi stannifères. D'autre part, en *Malaysia occidentale*, d'après des renseignements récents, de nombreux gisements d'étain primaires semblent être associés aux intrusions granitiques du Trias, bien que les granites du Carbonifère renferment aussi des pegmatites stannifères.

A Bornéo, des intrusions ultrabasiques se rencontrent surtout dans les régions du nord et du sud-est. Ce sont, pour la plupart, des péridotites serpentinisées et des serpentinites, mais on trouve, en des points dispersés, des péridotites comparativement nouvelles associées à des dunites et des pyroxénites. Les intrusions basiques de Bornéo sont composées surtout de gabbros et de diorites qui leur sont étroitement apparentées, avec des lambeaux de dunites et de pyroxénites. Certaines des intrusions ultrabasiques et basiques ont eu lieu, semble-t-il, à une date plus ancienne, peut-être à la fin du Paléogène, bien qu'une partie d'entre elles puisse appartenir aux phases mafiques des intrusions granitiques et dioritiques tertiaires. Quelques grands batholites et des dykes, dans la partie sud-ouest de Kalimantan, sont composés de granites et de porphyres quartzifères qui présentent localement des tendances alcalines. Il est très probable que ces batholites se sont formés au cours des différentes phases d'intrusion pendant le Paléogène et, peut-être, avant le Tertiaire.

Dans le nord de Bornéo, en *Malaysia orientale*, on a représenté comme roches éruptives non classées les roches intrusives dont la composition varie depuis les roches ultrabasiques et intermédiaires aux roches acides. Les roches ultrabasiques comprennent la serpentinite, ainsi que des péridotites, pyroxénites et dunites inaltérées. Les roches intermédiaires sont surtout dioritiques et les roches acides sont des granodiorites et des granites en petites quantités. L'âge des roches est incertain ; certaines ont probablement été mises en place avant le Tertiaire, tandis que certaines intrusions pourraient être rattachées au Tertiaire ou à une activité éruptive plus récente.

A Sumatra, Indonésie, les roches ophiolitiques, qui sont représentées sur la carte comme non datées, sont associées surtout avec des dépôts du Mésozoïque supérieur. De grandes masses intrusives de péridotites serpentines et gabbros ont été reconnues à Sulawesi, Timor et dans d'autres îles d'Indonésie orientale. L'ensemble le plus important de roches ultrabasiques et basiques est lié à la succession ophiolitique qui comprend aussi des extrusions de basaltes (spilites). Il y a des différences considérables d'opinion quant à l'âge de ces roches ; il est très probable que les intrusions des roches ultrabasiques ont eu lieu durant une longue période du Mésozoïque-Tertiaire avec différentes phases d'activité.

A Sumatra, de grands massifs de granites forment une ceinture qui s'étend vers le sud-est le long de la partie nord-est de la Barisan Range. L'âge des granites les plus anciens est probablement le Carbonifère ou le Carbonifère-Permien, mais beaucoup de ces intrusions sont probablement postérieures au Trias. Certains granodiorites et batholites dioritiques ont pu être mis en

place au cours de la phase d'activité éruptive à la fin du Paléogène. A Sulawesi, les roches granitiques et granodioritiques composent les massifs plutoniques qui affleurent à la partie centre-ouest de l'île. Ce sont surtout des granites, granodiorites, quelques micro-diorites et diorites quartziques associés aux granites gneissiques et gneiss, ce qui indique une époque d'intrusion synorogénique ou pré-orogénique. Les relations géologiques indiquent la présence d'intrusions granitiques d'âge différent, mais qu'on ne considère pas comme étant plus anciennes que la fin du Mésozoïque ou le Tertiaire. La présence de laves dacitiques dans le Pléistocène laisse supposer une activité continue des intrusions acides-intermédiaires jusqu'au Quaternaire.

On a représenté comme roches éruptives non différenciées, dans le nord de Java, Sulawesi et dans quelques autres îles à l'est de l'Indonésie, une séquence méditerranéenne qui comprend des roches ignées alcalines du Néogène-Quaternaire, des produits extrusifs et intrusifs de magma potassique du type méditerranéen. Elles comprennent des coulées de laves à leucites, batholites hypabyssaux, tumuli, necks et dykes de trachytes et porphyres-syénites.

En Irian occidental, les roches basiques et ultrabasiques représentées sur la carte comme appartenant à ce groupe forment des massifs plutoniques allongés, disposés en deux ceintures parallèles qui s'étendent dans la direction est-ouest dans la partie nord de la chaîne centrale et de la région côtière. Ce sont généralement des péridotites, harzburgites, dunites, serpentinites et gabbros ; les gabbros se présentent souvent en petits dykes ou batholites dans les roches ultrabasiques. L'âge de ces roches est incertain. La plus grande partie est peut-être plus ancienne que la fin du Crétacé, bien qu'elle puisse représenter des intrusions tertiaires.

En Corée, les roches basiques d'âge incertain comprennent surtout des intrusions de gabbros dans le complexe gneiss-granite du Précambrien dans la partie sud du pays.

En Chine, les roches, non différenciées ni datées, basiques et ultrabasiques représentées sur la carte comprennent surtout des intrusions paléozoïques et des intrusions mésozoïques moins importantes qui se sont produites durant les phases mafiques de l'activité magmatique granitique, ainsi que quelques roches paléozoïques ultrabasiques, liées à l'activité volcanique basique dans les plissements du Paléozoïque. Dans le sud du Tibet, les roches basiques et ultrabasiques comprennent certains plutons ultramafiques de la fin du Crétacé (?) ou de la fin du Crétacé - début du Tertiaire.

Les roches granitiques d'âge incertain ou les roches intrusives acides non différenciées se présentent comme des intrusions qui datent surtout de la fin du Cambrien, du Paléozoïque ou du Mésozoïque et comprennent parfois de vastes complexes batholitiques composés de nombreux plutons discrets d'âge, de structure et de composition différents. Dans le nord de la Chine, ce sont surtout des granites et granodiorites de la fin du Paléozoïque mais on en trouve localement qui sont du début du Paléozoïque et du Mésozoïque. Dans le nord-est de la Chine (nord de la Mandchourie) un grand batholite, représenté sur la carte comme non différencié, est constitué de granites et granites gneissiques avec des granodiorites, diorites et diorites quartziques pré-jurassiques et de leuco-granites, biotites porphyroïdes, granites à biotite - hornblende et granodiorite, granites felsitiques, granites à graphiques, porphyres quartzifères, porphyres granitiques

avec quelques syénites et aplites du Mésozoïque (surtout du Crétacé). Dans le centre de la Chine, une intrusion non différenciée comprend des massifs granitiques à dioritiques qui sont surtout de la fin du Paléozoïque. Au Tibet, des plutons granitiques allongés, constitués surtout de granites à biotite, datent probablement de la fin du Mésozoïque. Dans le sud du Tibet, les granites à tourmaline se sont formés au cours du Tertiaire. Dans l'extrême sud de la Chine et à Hai-nan, les granites comprennent surtout des intrusions du début du Paléozoïque et du Mésozoïque avec de petits massifs et dykes de roches basiques et ultrabasiques.